

IPEBA

ESTUDIO SOBRE ANALISIS DE PROPUESTAS INTERNACIONALES EN ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EN CIENCIAS

Manuel Bello D.

CONTENIDO

Introducción

I. Estándares de aprendizaje: ¿de qué estamos hablando?

II. La condición de la educación en ciencias naturales en América Latina.

III. Estándares de aprendizaje de ciencias en países seleccionados.

- El estudio internacional de “Achieve” para E.U.A.
- La experiencia de Colombia: ciencia integrada.
- Chile: marcos curriculares y mapas de progreso.
- El nuevo currículum de Australia.
- Las Ciencias en el Currículum Nacional de Inglaterra.
- Los próximos estándares de ciencias para Estados Unidos de América

IV. Estándares de ciencias en evaluaciones internacionales

- La competencia científica según PISA
- Los logros de aprendizaje de ciencias en el SERCE de UNESCO

Referencias Bibliográficas

ESTUDIO SOBRE ANALISIS DE PROPUESTAS INTERNACIONALES EN ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EN CIENCIAS

Manuel Bello D.

Introducción

En el marco del proceso de construcción de Mapas de Progreso de Aprendizajes en el Área de Ciencia y Ambiente, IPEBA encargó el presente estudio, que en sus Términos de Referencia identifica la siguiente tarea central:

- “Analizar las fundamentaciones de área, los enfoques didácticos, las competencias priorizadas en la elaboración de estándares, entre otros elementos que se consideren pertinentes y que den cuenta de los aprendizajes valorados en el área de Ciencias, en cada país seleccionado.”

En los Términos de Referencia se solicitó una revisión de documentos y experiencias de algunos países seleccionados y de evaluaciones internacionales, con la finalidad de elaborar el siguiente producto:

- “Informe que, a partir del análisis de las propuestas internacionales de estándares de aprendizaje, identifique y fundamente los aprendizajes valorados en el área de Ciencias de la Educación Básica Regular.”

En el Plan de Trabajo aprobado para la realización de este estudio se estableció que se revisarían “experiencias internacionales que contribuirán a la delimitación del propósito y dominios de los mapas de progreso.” Allí mismo se explicitó lo que debía entenderse por “dominios” y su relación con los Mapas de Progreso:

“Los estudiantes progresan simultáneamente en distintos dominios de aprendizaje. Los mapas de progreso se construyen en relación a los dominios de aprendizaje centrales de una determinada área curricular. Cada dominio constituye un mapa.”

En el mismo documento se estableció el criterio para la selección de las experiencias internacionales que debían ser revisadas, que fue expresado en la forma siguiente:

“Los países a revisarse se deben elegir considerando su pertinencia con el modelo de mapas de progreso y /o su cercanía conceptual o de experiencia socio-histórica con la realidad social y educativa peruana.”

Además se solicitó un análisis del tratamiento dado al área de Ciencias Naturales en la selección y definición de dominios e indicadores para la medición de logros de aprendizaje, en experiencias internacionales destacadas de evaluación de resultados educativos. En ese marco se identificó y analizó las siguientes experiencias de países y de evaluaciones internacionales en el área de Ciencias:

- Chile
- Colombia
- Australia
- Inglaterra
- Estados Unidos de América
- PISA
- SERCE

Este informe presenta en primer lugar un resumen del enfoque conceptual adoptado por IPEBA para la elaboración de estándares y mapas de progreso para la Educación Básica peruana, tal como se expresa en el documento “Estándares de Aprendizaje: ¿de qué estamos hablando?”¹ La segunda sección es una reseña de la situación de la enseñanza de las Ciencias en América Latina, con sus problemas e innovaciones más destacadas. A continuación, la tercera sección presenta la información recogida de documentos de los países seleccionados y la cuarta sección resume las ideas extraídas de las evaluaciones internacionales de logros de aprendizaje. La quinta y última sección propone un conjunto de comentarios y sugerencias preliminares para el caso peruano.

I. Estándares de Aprendizaje: ¿De qué estamos hablando?

El documento ya referido de IPEBA sugiere que la elaboración de estándares y de mapas de progreso es una tarea asociada a la responsabilidad del Estado de transformar la educación básica para garantizar que todos los y las estudiantes logren con equidad los aprendizajes esperados. En ese sentido debe entenderse la mención del documento de la comisión Delors (“La educación encierra un tesoro”, UNESCO) que, “además de enfatizar en el concepto de educación a lo largo de la vida, plantea como un imperativo combatir el fracaso escolar –que no es el fracaso del estudiante sino del sistema educativo- al que califica como “una catástrofe desoladora en el plano moral, humano y social.” Se trata, en otras palabras, de buscar alternativas para que el sistema escolar no siga fracasando, en perjuicio de muchísimos niños, niñas y jóvenes.

Una de esas alternativas, según el documento de IPEBA, es el establecimiento de estándares acompañado por políticas y medidas para que efectivamente sean logrados por todos los y las estudiantes. “[Muchos Estados del mundo] han realizado reformas profundas en sus sistemas educativos colocando el aprendizaje como el fin último de la tarea educativa, para lo cual todas las medidas de acción estatal se concentran en brindar a los estudiantes, docentes y escuelas las condiciones necesarias para garantizar que los estudiantes logren los aprendizajes básicos que le permitan desenvolverse en la sociedad moderna.”

El mismo documento también cita a Edgar Morin (Los siete saberes...) como parte del marco para identificar los saberes o capacidades que necesitan construir los ciudadanos del siglo XXI. Entre ellos se incluye uno que alude a propósitos que deberían orientar el área de Ciencia y Ambiente: “Curar la ceguera del conocimiento”. Según Morin:

“El conocimiento humano no es todopoderoso, puede cometer errores de percepción y juicio, es sensible a las perturbaciones, a la influencia de los afectos, a la huella de la propia cultura, al conformismo, a la postura del grupo o de la sociedad sobre un determinado tema, etc. Ninguna teoría científica está inmunizada contra el error.

Por eso la educación debe enseñarnos a criticar el propio conocimiento, en vez de aceptarlo ciegamente. La búsqueda de la verdad exige reflexión, crítica, estar alerta a los errores. La educación debe propiciar en los alumnos la capacidad de detectar y subsanar los errores e ilusiones del conocimiento, así como a convivir con sus ideas sin ser destruidos por ellas.”

¹ IPEBA – Programa de Estándares de Aprendizaje (2011): “ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE, ¿De qué estamos hablando? Lima, 2011.

El documento de IPEBA analiza críticamente la implementación y ejecución del Diseño Curricular Nacional peruano, publicado por el Ministerio de Educación en 2005, dejando en evidencia la necesidad de un instrumento complementario que establezca estándares y mapas de progreso.

“En general –dice IPEBA-, los maestros tuvieron dificultades para apropiarse de los motivos, los significados y los propósitos de los cambios en la naturaleza de los nuevos aprendizajes demandados por el currículo. (...) Habiendo un problema de comprensión global respecto a los cambios curriculares, cualquier esfuerzo de adaptación o diversificación abría el campo a múltiples interpretaciones, así como a traducciones inexactas o sesgadas hacia el sentido más convencional de los aprendizajes demandados.”

“Una consecuencia ha sido la restricción del currículo implementado, perjudicando en mayor medida a los estudiantes más pobres, para quienes se bajaron aún más las expectativas de aprendizaje y no mejoraron las condiciones de vida ni las facilidades y apoyos para aprender. Los resultados se hicieron más desiguales.”

“Con el propósito de ofrecer a los maestros especificaciones más claras y precisas sobre los logros que se consideran prioritarios y brindar a los estudiantes oportunidades más efectivas y equitativas de aprendizaje, tratando de acercar el currículo ejecutado en las aulas al currículo enunciado, en varios países latinoamericanos se han elaborado e implementado estándares de aprendizaje.”

“En el marco del Objetivo Estratégico 2 del Proyecto Educativo Nacional, todos los estudiantes deben lograr aprendizajes pertinentes y de calidad. Para ello el PEN propone trabajar en dos frentes:

- Las competencias fundamentales, que se expresan en el marco curricular nacional y en los currículos regionales, que respondan a la diversidad; pero que a la vez exigen “definir estándares nacionales de aprendizajes prioritarios y evaluarlos regularmente”.
- Las escuelas, convertidas en lugares acogedores e integradores donde se enseñe bien y de manera eficaz, lo que requiere generar estándares claros sobre la buena docencia.

Dicho de otro modo, estándares de aprendizaje, marco curricular nacional, reforma escolar y mejora del desempeño de maestros son variables que necesitarán coordinar, interaccionar, complementarse y converger en el esfuerzo de aumentar la eficacia, la relevancia y la equidad de los resultados del sistema educativo.”

Antes de explicitar el concepto de estándares y mapas de progreso que IPEBA adopta para el caso peruano, se analizan las opciones conceptuales tomadas por varios países. Así, se señala que en Colombia los estándares cumplen una función de guía para los diversos instrumentos educativos y que fueron definidos como “un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad”.

En Chile han preferido hablar de “Mapas de Progreso del Aprendizaje” (al estilo australiano) en lugar de estándares. Su función es:

- Establecer con precisión las expectativas de aprendizaje y niveles de logro en diferentes sectores curriculares.
- Reforzar el foco del quehacer educativo en el aprendizaje.
- Apoyar al docente en la evaluación de los aprendizajes.
- Ayudar a los docentes a monitorear los aprendizajes y utilizar la información obtenida para conducir mejor sus prácticas pedagógicas.

En dicho país las expectativas de aprendizaje se trabajaron por ciclos y no por grados: siete niveles, comunes para todas las áreas curriculares. “Los mapas de progreso describen la secuencia en que comúnmente progresa el aprendizaje en determinadas competencias consideradas fundamentales.” (p. 20) Cada “mapa” cuenta con ejemplos de desempeño para cada nivel.

En Inglaterra, el currículo se estructura en programas de estudio (qué se debe enseñar) y metas de logro (estándares de aprendizaje), que son complementarios. Los segundos precisan los aprendizajes esperados al final de cada etapa clave y sirven para:

- Determinar el grado de desafío y de progresión del aprendizaje en un año escolar (lo que los estudiantes deben lograr es claro para todos los actores).
- Describir el proceso del aprendizaje de los alumnos (ayudan a plantearse desafíos).
- Evaluar el logro de aprendizajes de los estudiantes en las asignaturas del currículo.

Las asignaturas del programa de estudios pueden ser troncales o básicas. Cada asignatura se organiza en dominios, los cuales describen las habilidades que deben lograr los estudiantes en contextos de aprendizaje previamente definidos. Los dominios comprenden habilidades y conocimientos. Cada dominio se desagrega en aspectos, que son habilidades y conocimientos más específicos que guían al docente para el diseño de actividades de aprendizaje. Los maestros cuentan con guías de orientación pedagógica por etapas, de orientación específica por asignatura, y de evaluación; además de vídeos que demuestran los desempeños que deben alcanzar los estudiantes.

Las metas de logro (estándares de aprendizaje) explicitan lo que debe alcanzar un estudiante como resultado de su proceso de aprendizaje en un determinado dominio de una asignatura. Consisten en ocho descripciones de desempeños (los conocimientos, las habilidades y las comprensiones forman un todo, que incluye los procesos cognitivos) en niveles de dificultad creciente, que corresponden al progreso típico del aprendizaje en ese dominio; además se considera una descripción de desempeños excepcionales, sobre el nivel 8. Los niveles establecen la ruta de progreso del aprendizaje en un dominio específico a lo largo de toda la educación escolar.

En el caso de la asignatura de Ciencias Naturales, que interesa particularmente para el presente informe, las metas de logro (estándares) se organizan en los siguientes dominios:

- Cómo funciona la ciencia.
- Organismos, comportamientos y medio ambiente.
- Materiales, propiedades y la tierra.
- Energía, las fuerzas y el espacio.

Las metas de logro (estándares de aprendizaje) corresponden al derecho común; es decir, el derecho que tienen los estudiantes de aprender en la escuela sin importar su condición social, cultural, raza, género, diferencias en sus habilidades y sus discapacidades.

En la “Etapa Clave 1” (estudiantes de 5 a 7 años) se trabaja en los niveles de progreso 1, 2 y 3; y se espera que a los 7 años los estudiantes logren como mínimo el nivel 2. El nivel 3 se considera como “desempeño excepcional” dentro de esta primera etapa de escolaridad.

La organización del aula incluye momentos de trabajo conjunto de todos los alumnos y otros momentos de trabajo en pequeños grupos, lo que permite atender a la diversidad de intereses y niveles de aprendizaje. Los estudiantes más adelantados pueden avanzar en el programa de estudio e inclusive adelantar contenidos de grados superiores; en general los estudiantes pueden recibir las ayudas que necesitan para que todos avancen y lleguen a las metas establecidas, sin que ninguno se quede atrás.

Etapas clave, edades y niveles:

Etapa Clave	Edad	Niveles	Nivel Esperado
EC 1	5 a 7	1 al 3	2
EC 2	7 a 11	2 al 5	4
EC 3	11 a 14	3 al 7	5
EC 4	14 a 16	5 al 8	“GCSE”

Otras experiencias consideradas en el documento de IPEBA corresponden a la Comunidad Europea, Colombia y Guatemala, que también han adoptado la elaboración de estándares como parte de su política curricular y educativa. Al final se resumen las lecciones que ofrece la experiencia internacional para una política educativa que permita una utilización exitosa y provechosa de estándares, recogiendo las conclusiones del análisis comparativo de las experiencias de Chile, Colombia, Guatemala, Honduras y Argentina, realizado por Ferrer²:

- Se requiere un debate público y franco, a nivel técnico y político, sobre las posibilidades, beneficios y problemas derivados del uso de estándares para unos y otros.
- Se requiere sobre todo que el debate se dirija a lograr compromisos claros entre el Estado, los maestros y los distintos actores que tienen que ver con su utilización dentro del sistema educativo: regiones, instituciones formadoras, empresas editoriales, etc.
- Se requiere formular los estándares con los criterios técnicos que corresponden y que los diferencian de otras formas de redactar el currículo: estándares de contenido y estándares de desempeño.
- Se requiere alinear los estándares con los instrumentos de evaluación de los aprendizajes.
- Se requiere validar los estándares de manera seria, para garantizar su legitimidad, distinguiendo la validación interna de la validación externa.
- Se requiere que todos los centros educativos reciban recursos y financiamiento según su necesidad, considerando informaciones sólidas y cálculos de lo que cuesta ofrecer oportunidades de aprendizaje idóneas a diferentes sectores de la población; “y sobre cuánto más es necesario invertir para que cada una de esas poblaciones logre los estándares propuestos a mediano y largo plazo.”
- Se requiere que las escuelas y redes escolares puedan utilizar con autonomía los recursos disponibles o no estarán en condiciones de adoptar medidas pertinentes a los problemas detectados en cada caso. Según la experiencia internacional los cambios en las instituciones escolares ocurren “cuando los estándares están legitimados socialmente y en la comunidad educativa, y cuando la percepción de los actores locales es que el Estado es coherente y solvente en su intención de que los estándares sean alcanzados...”.

² Ferrer, Guillermo (2007). Estudio comparado internacional sobre procesos de elaboración e implementación de estándares de currículum en América Latina: Informe Final. Grupo de Trabajo sobre Estándares y Evaluación, PREAL.

- Se requiere que la autoridad asuma responsabilidad por los resultados del aprendizaje de los estudiantes, tanto política como profesionalmente, y que rinda cuentas por ellos a la ciudadanía. Eso exige mecanismos de control, evaluación, mejoramiento y responsabilidad.

Finalmente, para avanzar hacia una delimitación del concepto para aplicarlo en el caso peruano, el documento de IPEBA manifiesta que no existe una sola manera de hacer estándares de aprendizaje y recupera “ciertos parámetros que ya han sido establecidos por el Proyecto Educativo Nacional (PEN).” El PEN propone construir estándares nacionales de manera concertada (Política 6.1), tomando en cuenta las evaluaciones nacionales de rendimiento escolar que ya se vienen aplicando en el país (Política 6.2). El PEN señala que se debe complementar el currículo con los estándares, para lo cual propone “establecer un marco curricular nacional compartido, intercultural, inclusivo e integrador, que permita tener currículos regionales”, así como un “sistema flexible de monitoreo del cumplimiento del currículo que responda a la diversidad de los estudiantes y las realidades locales y regionales” (Política 5); y, además, “definir estándares nacionales de aprendizajes prioritarios y evaluarlos regularmente.” (Política 6).

El PEN también señala que la construcción de estándares nacionales de aprendizaje deberá buscar “correspondencia con estándares internacionales”, y enfatizar cuatro ámbitos prioritarios de aprendizaje:

1. La comunicación, incluyendo tanto la lectura comprensiva como la escritura.
2. La matemática, comprendiendo el razonamiento lógico, las ciencias y la relación con el ambiente.
3. La ciudadanía, considerando la pertenencia, la convivencia, la integración y el respeto por las diferencias.
4. El desarrollo personal, implicando autonomía, autoconocimiento, autoestima, expresión estética, cuidado y desarrollo del cuerpo y conducta moral.

La definición de estándares de aprendizaje que IPEBA ha adoptado para su trabajo se encuentra en la página web de la institución y es la siguiente³:

¿Qué son los estándares de aprendizaje?

Son aquellos aprendizajes prioritarios y comunes que todos los estudiantes peruanos deben aprender en la escuela, en cada área curricular (Comunicación, Matemática, Ciencia y Ambiente, Formación ciudadana, Ciencias Sociales, Educación Física, entre otras) y en los diferentes ciclos, a lo largo de su trayectoria escolar. Indican qué es lo que el estudiante debe aprender de acuerdo al grado que esté estudiando.

¿A quiénes les servirán los estándares de aprendizaje?

A Los estudiantes porque les brindarán metas claras que les permitirá saber qué esperar del proceso de enseñanza aprendizaje, de manera que podrán tener un rol más activo en el logro de las mismas y, con ello, mejorar su desempeño.

A los docentes porque orientarán su práctica pedagógica en función de las metas de aprendizaje establecidas por los mapas de progreso. Orientarán la evaluación de los aprendizajes en el aula permitiendo la intervención oportuna y pertinente para la mejora y logro de las metas de aprendizaje establecidas.

A los padres de familia porque les brindará información acerca de lo que deben aprender sus hijos en la escuela con la finalidad de que proporcionen las condiciones idóneas para el logro de los aprendizajes esperados.

³ http://www.ipeba.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=292&Itemid=76 Última actualización el Martes, 12 de Julio de 2011 16:12

A la escuela porque son una herramienta que orienta y evalúa las acciones pedagógicas para el mejoramiento continuo del aprendizaje de los estudiantes.

A los hacedores de política porque les brindará información para tomar decisiones y brindar las ayudas necesarias a las escuelas con el propósito de garantizar el logro sostenido de los estándares.

¿Es obligatorio que todos los estudiantes alcancen los estándares de aprendizaje? ¿Y si la mayoría de estudiantes no los alcanza o logra?

Desde la perspectiva de la educación de calidad como derecho, se espera que todos los estudiantes peruanos alcancen los estándares de aprendizaje independientemente de su origen, cultura o procedencia. En ese sentido, el Estado deberá priorizar la atención de las escuelas más vulnerables y de menores recursos para garantizar que tengan las condiciones necesarias para el logro sostenido de los estándares de aprendizaje.

II. La condición de la educación en ciencias naturales en América Latina

El 7 de junio del 2010, el Banco Interamericano de Desarrollo organizó en Washington D.C. un seminario de expertos llamado “Un Comienzo Igual: La Enseñanza de la Matemática y las Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe”. Marcelo Cabrol, Jefe de la División de Educación del BID, abrió el seminario afirmando que Latinoamérica y El Caribe se encuentran ante una profunda crisis de la enseñanza de Matemáticas y Ciencias. “Latinoamérica y el Caribe no están alcanzando los objetivos propuestos por las políticas educacionales de la Región. Inclusive cuando se controla por el PIB per cápita, los estudiantes evaluados en pruebas internacionales logran resultados por debajo de aquellos obtenidos por sus pares en países de la OECD y el Este Asiático. Y los países latinoamericanos que participan en estudios internacionales como PISA o TIMSS están invariablemente dentro del grupo de peor desempeño.”, resaltó Cabrol. Según el Jefe de la División de Educación del BID esta preocupante situación es el resultado de la falta de profesores con una buena base en la Matemática y las Ciencias naturales junto con un currículo y unas herramientas pedagógicas anticuadas.⁴

En el mencionado seminario se presentó el informe del estudio realizado por Valverde y Näslund-Hadley⁵, según el cual los bajos resultados de los estudiantes de la región en las evaluaciones internacionales en ciencias naturales y matemáticas se deben a “programas débiles, materiales de aprendizaje inadecuados y falta de destreza de los docentes en las matemáticas y ciencias naturales. Las aulas se caracterizan por la memorización de operaciones computacionales de rutina y la reproducción mecánica de los conceptos; además los docentes dan a los estudiantes información escasa o incluso errónea. Si bien los docentes tienen importantes carencias en los conocimientos básicos de matemática y ciencias naturales, con frecuencia no logran asociar esta debilidad con los bajos niveles en los logros de sus estudiantes.” (p 1)

Las políticas y estrategias para mejorar exitosamente los resultados del aprendizaje demandan una revisión del sentido y la orientación de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias naturales, así como un reconocimiento de la situación de la

⁴ BID, Educación (2010). “Un comienzo igual”. Informe Resumen del Seminario de Matemática y Ciencias Naturales. Documento tomado de www.iadb.org/edu

⁵ Esta sección se basa principalmente en la Nota Técnica publicada por el BID, elaborada por Gilbert Valverde y Emma Näslund-Hadley, que lleva como título “La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe”. Banco Interamericano de Desarrollo, División de Educación. Notas Técnicas # IDB-TN-211, Noviembre 2010. (<http://www.iadb.org>)

educación en este campo. En ese sentido, los autores destacan la definición de alfabetización científica ofrecida en “Benchmarks for Scientific Literacy” del Proyecto 2061 (Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia, 1993): “En una cultura donde dominan la ciencia, la matemática y la tecnología, la alfabetización científica necesita conocimientos y hábitos mentales que permitan a los ciudadanos aprovechar lo que estas empresas tratan de hacer, para encontrar el sentido de cómo funciona el mundo natural y el mundo diseñado por el hombre, para pensar de forma crítica e independiente, para reconocer y sopesar explicaciones alternativas sobre los eventos y reconocer y sopesar también las ventajas y desventajas de distintas opciones de diseño, tratar de manera inteligente los problemas que involucran la evidencia, números, patrones, argumentos lógicos y las incertidumbres” (Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia 1993).” (p 4)

En el informe se concluye de una amplia revisión bibliográfica sobre factores asociados a los resultados en ciencia y matemática, que “las prácticas pedagógicas y las capacitaciones en servicio de docentes destacan como factores particularmente importantes.” (p. 6) En ese marco, los autores dicen que una gran cantidad de investigaciones apoyan los enfoques pedagógicos centrados en los estudiantes y en particular el empleo de la indagación como un medio para maximizar el aprendizaje.

“Sin embargo –manifiestan-, se requiere de mayor investigación para definir qué grado de indagación es más efectiva para enseñar temas y conceptos diferentes, y en qué contextos. En general, el uso de la indagación es más aceptado en la enseñanza de disciplinas de ciencias naturales que en la matemática. Colburn (2000) distingue entre cuatro categorías diferentes de enfoques basados en la indagación según los diferentes niveles de involucramiento del docente. Primero, en un extremo del contínuum, la indagación estructurada abarca métodos donde se les da a los estudiantes las preguntas y procedimientos paso a paso, con base en los cuales ellos generan explicaciones. Segundo, la indagación guiada es cuando el docente da el problema que deben resolver así como los materiales, y se espera que los estudiantes elaboren sus propios procedimientos para resolver el problema y registren los hallazgos. Tercero, a través del enfoque del ciclo de aprendizaje, los estudiantes aplican los procedimientos de indagación guiada, y luego el docente dirige una conversación sobre los resultados de los estudiantes. Durante la conversación, el docente presenta los nombres formales de los conceptos, después de lo cual los estudiantes aplican los conceptos a una situación nueva. Cuarto, en el otro extremo del contínuum, a través del enfoque de indagación abierta, se les da a los estudiantes diferentes materiales y se les pide que desarrollen sus propias preguntas y procedimientos de investigación, que realicen la investigación y que comuniquen los resultados.” (p 7)

En lo que respecta a las metas y los contenidos del currículo –que interesa particularmente en esta consultoría- el informe del BID menciona que:

“Los currículos que conducen a la alfabetización científica integran contenido procedente de cinco disciplinas científicas principales —biología, química, física, geología y meteorología— en cualquier nivel. Esas metas curriculares también incluyen contenido que no es específico a ninguna disciplina científica individual, pero que es importante para todas ellas; por ejemplo, la “Naturaleza de las Ciencias” promueve la comprensión de valores y disposiciones inherentes al desarrollo del conocimiento científico en las diferentes disciplinas. Las características comunes de las metas del programa de alfabetización científica incluyen:

- Oportunidades para aprender, utilizar e interpretar explicaciones científicas del mundo natural.

- Participación en actividades de aprendizaje que estimulan la recolección y evaluación de evidencia y explicaciones.
- Una apreciación de la naturaleza y el desarrollo del conocimiento científico.
- Oportunidades eficaces para participar productivamente en la práctica y en el discurso de las ciencias.
- Un enlace intrínseco con la alfabetización. Por ejemplo, actividades de lectura y redacción deberían ayudar a explicar conceptos matemáticos y científicos y convertirán las matemáticas y ciencias naturales en algo más significativo para los estudiantes.
- Una base firme en matemáticas. Un currículo eficaz de ciencias naturales siempre se va desarrollando hacia el trabajo en la secundaria que requiere la aplicación de álgebra y cálculo en química (como estequiometría y cálculos de oxidación – reducción); física (como trabajo en mecánica clásica y termodinámica); y biología (que incluye las matemáticas de la genética).”

En América Latina la evidencia disponible sugiere que muchos docentes –pese a cumplir con los requisitos formales de los sistemas escolares nacionales- no están adecuadamente preparados y ofrecen muy pocas oportunidades para que sus alumnos aprendan las destrezas de matemáticas y ciencias naturales. Muchos contenidos curriculares no son incluidos en la programación efectiva del aula o son tratados con un bajo nivel de exigencia cognitiva.

El informe del BID también presenta una reseña de experiencias innovadoras realizadas en varios países de América Latina con el respaldo del mismo Banco. Un piloto realizado en dos provincias de Argentina (Tucumán y Buenos Aires, 2009) que implicó la aplicación de tres modelos de enseñanza basados en la indagación guiada por el docente, quien facilitaba el proceso, mantenía el énfasis en resultados pertinentes y alentaba el pensamiento divergente: “Los tres enfoques se caracterizaban también por el razonamiento científico, la experimentación, el trabajo en grupos y el diálogo. Constituían un claro alejamiento de las demostraciones dirigidas por el docente y de la simple transmisión de conceptos.” (p. 24) Una diferencia importante entre los enfoques era el grado de autonomía de los docentes para planificar y realizar las sesiones de aprendizaje.

En segundo lugar el informe presenta la experiencia chilena de elaboración de “mapas de avance”. Lo novedoso de esta experiencia es, por un lado, el intento de identificar la progresión de hitos a lo largo de años y grados, que estaba implícito en el currículo; por otro lado, “un esfuerzo concertado por diseñar estándares basándose principalmente en evidencias de lo que los estudiantes chilenos logran en la escuela.” (p. 28) Según los autores, “...una de las mayores fortalezas de este esfuerzo es que la evaluación está integrada en el diseño; todos los elementos de los mapas de avance están ligados con un conjunto de nuevos instrumentos de prueba que medirán hasta qué punto se logran los hitos de aprendizaje.” (p. 28).

A continuación el informe presenta el caso de la promoción de destrezas de indagación en México, en dos experiencias específicas: el Sistema de Enseñanza Vivencial Indagatoria de la Ciencia (SEVIC), llevada a cabo en colaboración entre la Fundación México-Estados Unidos para las Ciencias (FUMEC) y la ONG Innovación en Educación Científica (INNOVEC 2010); y, “Las Ciencias en tu Escuela”, un proyecto realizado por la Academia Mexicana de Ciencias, con apoyo del Ministerio de Educación. Estas experiencias resaltan la alta complejidad cognitiva de las destrezas implícitas en las matemáticas y las ciencias naturales, que son altamente valoradas en la economía mundial contemporánea: capacidades para reconocer situaciones problemáticas, representarlas matemática o científicamente, recoger y analizar evidencias, y luego actuar o tomar una decisión.”.

Por último se hace referencia a una colaboración exitosa entre varias agencias en Panamá: “Hagamos ciencia” es una colaboración exitosa entre el MDE, el SENACYT y el BID, en un programa en el que el motor del aprendizaje es la indagación y no la memorización rutinaria. Se comenzó con cuatro módulos y en pequeña escala, pero muy pronto se extendió a casi todo el país. Los docentes reciben capacitación en ciencias naturales y en cómo introducir la indagación a la dinámica del aula. Otro aspecto central del programa es el involucramiento comunitario, en particular de los padres de familia.

En todas las experiencias revisadas se comparte que: “Las matemáticas y ciencias naturales son una herramienta para la acción; son un instrumento para la solución de problemas y la toma de decisiones. Los esfuerzos por desarrollar destrezas de indagación en estudiantes y docentes subrayan el componente activo de las matemáticas y ciencias naturales, y hacen avanzar la educación en matemáticas y ciencias naturales hacia el siglo veintiuno.” (p. 35-36)

Al final, en lo que respecta a metas educativas y estándares de contenido, política curricular y materiales, los autores hacen las siguientes recomendaciones:

- “La educación en matemáticas y ciencias naturales debería servir al doble objetivo de proveerles a todos los estudiantes una base en el conocimiento numérico científico, y al mismo tiempo suscitar interés por las carreras que involucran las matemáticas y las ciencias naturales.”
- “Un aspecto del rigor, en las tendencias recientes en la educación en matemáticas y ciencias, es el uso de un enfoque de indagación en cuanto a la enseñanza y el aprendizaje.” (p. 38) No sólo en el trabajo con los escolares y jóvenes, sino también con los docentes.
- “Juzgar las metas en la educación en ciencias naturales frente a un estándar de verificabilidad. Los docentes, estudiantes, oficiales de programas y otros actores deberían entender claramente cómo confirmar (o no confirmar) que se ha alcanzado un objetivo en matemáticas y ciencias naturales. Además, unas metas claras y realizables deberían guiar a los docentes, a los estudiantes, a los autores de libros de texto y de materiales didácticos, a los evaluadores y a otros actores y agencias claves. El uso de esas metas para alinear los esfuerzos puede fortalecer los vínculos entre la intención, la implementación y los resultados.” (p. 38)
- “Una perspectiva de progresión de aprendizaje, trayectoria o mapa de avance es extremadamente útil para los docentes, los estudiantes y otros actores claves en el sistema educativo. La mayoría de las metas programáticas existentes son estáticas y no hacen ningún intento por alentar la filosofía del crecimiento, que es el fundamento del concepto de aprendizaje. El encontrar los programas que incorporen esta perspectiva, y que tengan otras fortalezas técnicas, puede ayudar a impulsar una educación eficaz en matemáticas y ciencias naturales.”
- “La indagación práctica se puede introducir en el aula de ciencias naturales y matemáticas por medio de un amplio espectro de diferentes materiales curriculares. La técnica más prometedora parece ser estructurar el currículo en torno a módulos que se centren en diferentes áreas de la educación en matemáticas y ciencias naturales. Los diferentes módulos introducen conceptos que están conectados a través de niveles de grado sucesivos para profundizar progresivamente la comprensión del pensamiento y los procesos científicos. Los

módulos también proveen destrezas complementarias en matemáticas y ciencias naturales.” (p. 39-40)

III. Estándares de aprendizaje de ciencias en países seleccionados

La revisión de experiencias o propuestas de países seleccionados para contribuir a la elaboración de estándares y mapas de progreso para la educación en ciencias en el Perú, se orientó en función de los objetivos de la consultoría, mencionados en la Introducción del presente informe.

El estudio internacional de “Achieve” para E.U.A.

Desde una intencionalidad similar, con el propósito de iluminar el desarrollo de un marco conceptual y nuevos estándares para la educación en ciencias de Estados Unidos de América, la organización “Achieve” examinó los estándares de diez países, seleccionados por su desempeño destacado en evaluaciones internacionales o por su importancia económica, política o cultural.⁶

Los hallazgos del estudio de “Achieve” se organizaron en torno a tres temas:

1. La enseñanza de ciencias en la primaria y los primeros años de secundaria: conocimientos y habilidades que los países esperan que todos los estudiantes aprendan antes de llevar los cursos específicos por disciplinas científicas que se ofrecen en la etapa final de la secundaria (High School).
2. La enseñanza de las ciencias en la etapa final de la secundaria: conocimientos y habilidades que los países esperan que los estudiantes aprendan en biología, química, física y ciencias de la Tierra y el espacio, que los preparen para estudios post secundarios de ciencia, ingeniería y tecnología.
3. Características comunes: ejemplos de características de los estándares identificadas en el estudio que deberían ser tomadas en cuenta por quienes elaboren la próxima generación de estándares en ciencias en E.U.A.

La parte cuantitativa del estudio internacional llevó a las siguientes cuatro conclusiones, para el caso de primaria y los primeros grados de secundaria:

1. Todos los países ofrecen una enseñanza integrada de las ciencias hasta los primeros años de secundaria y en 7 casos se mantiene esta orientación hasta el décimo grado, lo que provee una alfabetización científica muy sólida.
2. Los estándares de contenido de la física (que incluyen también a la química) reciben mucha más atención en la primaria y los primeros grados de secundaria. En algunos países la mayor proporción de estándares corresponden a contenidos de física y biología y la menor a las ciencias de la Tierra y el espacio.
3. Los estándares de algunos países centran la enseñanza de ciencias de la vida en la biología humana y las relaciones entre seres vivos de una manera que enfatiza la importancia personal y social de las ciencias de la vida para los estudiantes y los ciudadanos.
4. Se otorga mucha atención a algunos contenidos transversales comunes a todas las ciencias, tales como la naturaleza de la ciencia, la naturaleza de la tecnología y la ingeniería, interacciones de las ciencias, tecnología y sociedad, sostenibilidad. En primaria se enfatiza el desarrollo de habilidades de indagación, mientras que en los primeros grados de secundaria se otorga atención creciente a algunas habilidades de indagación más avanzadas.

⁶ Achieve (2010). International Science Benchmarking Report. Taking the lead in science education: forging next generation science standards. Executive Summary. Los países seleccionados fueron: Canadá (Ontario), Taiwan, Inglaterra, Finlandia, Hong Kong, Hungría, Irlanda, Japón, Singapur, Corea del Sur.

Los principales hallazgos del estudio con respecto a los últimos años de secundaria en los países seleccionados fueron que:

1. Otorgan un énfasis inesperado a la química orgánica y las matemáticas aplicadas a las reacciones químicas.
2. En física, dan prioridad a las leyes del movimiento de Newton, electricidad, energía y cambios físicos y químicos, y conceptos transversales en ciencia, tecnología y sociedad, pero dan poca atención a los conceptos de ingeniería.
3. En todos los cursos de disciplinas específicas se incluyen temas transversales que no pertenecen exclusivamente a esa disciplina científica. Esto es especialmente cierto en el caso de ciencias de la Tierra y el espacio.
4. Dedicar en promedio ligeramente menos del 20% del desempeño a las habilidades de indagación.
5. Asignan más peso al conocimiento que en la primaria y los primeros grados de secundaria, reflejando una tensión entre abarcar contenidos y desarrollar el dominio de habilidades de pensamiento de nivel avanzado.

Por otro lado, la revisión desde un punto de vista cualitativo de los documentos de estándares permitió identificar seis características destacadas comunes que –según los autores del estudio- deben ser tomadas en cuenta para un marco conceptual de la enseñanza de las ciencias:

1. Los estándares basados en “ideas unificadoras” parecen ofrecer más beneficios que una estructura basada en disciplinas científicas, para la primaria y los primeros grados de secundaria.
2. La inclusión de múltiples ejemplos del desempeño esperado en los estándares de contenido y de desempeño otorga mayor precisión y transparencia a los estándares y facilita la comunicación del nivel de logro que deben mostrar los estudiantes.
3. La conexión significativa entre estándares y evaluación ayuda a centrar la atención en la meta final de la mejora del desempeño del estudiante.
4. La organización y el formato tienen un efecto enorme en la claridad y accesibilidad de los estándares de cada país. Los estándares deben ser amigables para el usuario.
5. El desarrollo de las habilidades de los estudiantes para usar la indagación, hacer diseños de ingeniería, y construir modelos, facilita la participación de los estudiantes en proyectos estructurados que desarrollan hábitos mentales y estimulan su interés. El desarrollo de la capacidad de los estudiantes para comprender, diseñar y aplicar modelos físicos, conceptuales y matemáticas es una habilidad clave que debe ser entrelazada en los estándares. El modelo de Canadá facilita la conexión entre realizar investigaciones en el mundo natural y resolver problemas en el mundo diseñado, en la medida que describe una progresión de desempeños desde novato hasta experto en cuatro áreas clave compartidas por estándares de indagación y de diseño: Inicio y planificación; ejecución y registro; análisis e interpretación; y comunicación.
6. Se debe proveer orientación y guía para asegurar que todas las poblaciones de estudiantes tengan acceso a la ciencia. En algunos países los lineamientos para enseñar ciencias a todos los estudiantes y adaptar la enseñanza a la diversidad de poblaciones, incluyendo personas con necesidades especiales y aprendices acelerados, es una prioridad en los documentos de estándares.

Cabe destacar que los países organizan sus estándares de maneras diferentes: algunos definen niveles de logro de los estándares para cada grado, otros definen los niveles por ciclos o etapas que agrupan varios grados y aún otros tienen lo primero en primaria y lo segundo en secundaria. Dos países, Japón y Singapur, postergan el inicio de la educación en ciencias hasta el tercer grado.

La estructura de temas o conceptos que organizan los estándares también varían de un país a otro. En Singapur, por ejemplo, los temas en la primaria son: Diversidad; Sistemas; Energía; Interacción; y, Ciclos. En los primeros años de secundaria se agrega Modelos al tema de Sistemas y el tema Ciclos es remplazado por Medición y Ciencia y Tecnología.

En el caso de Canadá la estructura para el nivel de Inicial (Kindergarten) hasta el grado 8 de los estándares del área de Ciencia y Tecnología se basa en seis temas: Materia; Energía; Sistemas e Interacciones; Estructura y Función; Sostenibilidad y Gestión; y Cambio y Continuidad.

De otro lado, los estándares de los países estudiados también establecen tipos y niveles de desempeños, tomando en cuenta la demanda cognitiva (conocer, aplicar, razonar) y las habilidades de indagación (básicas y avanzadas). Al relacionar los contenidos con el desempeño se puede explicitar la demanda cognitiva esperada para cada nivel de exigencia; la descripción del desempeño permite especialmente demostrar que se está demandando habilidades de pensamiento de orden superior.

El documento de “Achieve” también señala algunas debilidades o ausencias en ciertos aspectos importantes, en las experiencias de los países seleccionados, tales como:

- Incorporación de las matemáticas.
- Indagación basada consistentemente en evidencias.
- Fundamentos de química para los conceptos de la biología moderna.
- Conexiones interdisciplinarias, en particular en los últimos años de secundaria.
- Progresión del aprendizaje: en ninguno de los casos revisados se encontró buenos ejemplos de estándares que mostraran el progreso del aprendizaje desde la primaria hasta el final de la secundaria.

La experiencia de Colombia: ciencia integrada

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia elaboró el documento “Estándares de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales”⁷, articulando estas dos áreas de ciencias y por tanto relevando lo que ellas tienen en común:

“Como lo veremos aquí, formar en Ciencias Sociales y Naturales en la Educación Básica y Media significa contribuir a la consolidación de ciudadanos y ciudadanas capaces de asombrarse, observar y analizar lo que acontece a su alrededor y en su propio ser; formularse preguntas, buscar explicaciones y recoger información; detenerse en sus hallazgos, analizarlos, establecer relaciones, hacerse nuevas preguntas y aventurar nuevas comprensiones; compartir y debatir con otros sus inquietudes, sus maneras de proceder, sus nuevas visiones del mundo; buscar soluciones a problemas determinados y hacer uso ético de los conocimientos científicos, todo lo cual aplica por igual para fenómenos tanto naturales como sociales.”

En ese marco totalizador de la ciencia y el conocimiento, el documento colombiano define las ciencias naturales como “cuerpos de conocimientos que se ocupan de los procesos que tienen lugar en el mundo de la vida... que, o bien no tienen que ver con el ser humano o, si lo tienen, es desde el punto de vista de especie biológica.” Luego el documento señala que los procesos estudiados por las ciencias naturales pueden dividirse en tres grandes categorías: procesos biológicos, procesos químicos y

⁷ Ministerio de Educación Nacional. “Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales”. República de Colombia.

procesos físicos. No obstante, también resalta que estos procesos no se dan de manera aislada.

En el mismo sentido integrador, se expresa: “Comprendiendo que el conocimiento progresa, no solamente por su sofisticación, formalización o abstracción, sino por su capacidad para contextualizar y totalizar, hacer abordajes de la realidad más transversales, multidimensionales y desde la perspectiva de diversas disciplinas, se ha constituido en uno de los grandes desafíos de las ciencias sociales y las ciencias naturales. (p. 7)”

En base a la argumentación expuesta, el documento concluye que: “Si se espera desarrollar la capacidad de contextualizar e integrar, resulta un contrasentido separar y aislar los saberes, máxime si se tiene en consideración que no es el papel de la institución escolar proporcionar una formación disciplinar.”

Según el citado documento del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, las grandes metas de la formación en ciencias en la Educación Básica y Media son:

- **Favorecer el desarrollo del pensamiento científico:** fomentar la capacidad de pensar analítica y críticamente.
- **Desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo:** la ciencia se encuentra en permanente construcción y el mundo está en constante cambio.
- **Desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia:** amenazas de la implementación de una ciencia y tecnología sin responsabilidad social.
- **Aportar a la formación de hombres y mujeres activos de una sociedad:** fomentar el respeto de la condición humana y la naturaleza... y proveer las herramientas para un pleno ejercicio de la ciudadanía y así aportar a la consolidación de una sociedad democrática.

Siendo éstas las grandes metas, se propone que la formación en ciencias en la Educación Básica y Media otorgue importancia no sólo a los contenidos conceptuales sino también a las maneras de proceder de los científicos, “es decir, todas aquellas acciones que se realizan en un proceso de indagación”, además del compromiso personal y social. Lo cual implica:

- Aprendizajes significativos.
- Una pedagogía que tiene presente niveles de complejidad en el aprendizaje: respetar el desarrollo del pensamiento de los niños y niñas, pero a la vez jalonarlo. No todos los conceptos científicos se pueden abordar en la escuela, hay que privilegiar la profundización sobre el cubrimiento de los contenidos disciplinares.
- Trabajar desde una mirada interdisciplinaria: la diferenciación de los contenidos disciplinares debería ser una meta al final de la educación básica y no un punto de partida. Además, tomar en cuenta las relaciones con otras áreas como las matemáticas y el lenguaje.
- La importancia de la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje: de manera similar a como se *hacen* las ciencias, estas se aprenden; los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más sobre la naturaleza de las ciencias cuando participan en investigaciones científicas, con suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión (indagación orientada).
- El trabajo colaborativo en el aula: desarrollo de capacidades sociales.
- Una evaluación diferente: que permita orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje hacia los objetivos propuestos. Debe contemplar no solamente el dominio de conceptos, sino el establecimiento de relaciones y dependencias entre los diversos conceptos de varias disciplinas, así como las formas de proceder científicamente y los compromisos personales y sociales que asumen.

Los estándares básicos de competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales tienen como fundamento que, pese a tener objetos de estudio diferentes, las ciencias comparten los procesos de indagación que conducen a su desarrollo y las competencias necesarias para realizarlos. Se asume que “los estudiantes podrán desarrollar las habilidades y actitudes científicas necesarias para explorar fenómenos y eventos y resolver problemas propios de las mismas.” Por ello los estándares de competencias en ciencias tienen la siguiente estructura:

- Estándares y acciones concretas de pensamiento y de producción: los estándares se articulan en una secuencia de complejidad creciente, por grupos de grados (1 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 8 a 9, y 10 a 11), entre tres y cuatro por grupo de grados, que se desglosan en tres columnas como acciones concretas de pensamiento y de producción (alrededor de 60 en cada grupo de grados).
- Ejes articuladores para las acciones concretas de pensamiento y producción: las tres columnas mencionadas se refieren a:
 - o Manera de aproximarse al conocimiento como científico(a).
 - o Manejo de los conocimientos propios (bien sea de ciencias naturales o ciencias sociales o interdisciplinarios)
 - o Desarrollo de compromisos personales y sociales.
- En el manejo de los conocimientos propios de las ciencias naturales se consideran las siguientes subdivisiones:
 - o Entorno vivo
 - o Entorno físico
 - o Relación ciencia, tecnología y sociedad.Para el último grupo de grados (décimo y undécimo) la columna “entorno vivo” se refiere directamente a los procesos biológicos y la titulada “entorno físico” se subdivide en procesos químicos y procesos físicos.
- Coherencia horizontal y vertical de los estándares.

Chile: marcos curriculares y mapas de progreso

Como se ha dicho antes en este informe, en Chile se han elaborado “Mapas de Progreso del Aprendizaje” (al estilo australiano), cuya función es⁸:

- Establecer con precisión las expectativas de aprendizaje y progresivos niveles de logro en diferentes sectores curriculares.
- Reforzar el foco del quehacer educativo en el aprendizaje.
- Apoyar al docente en la evaluación de los aprendizajes.
- Ayudar a los docentes a monitorear los aprendizajes y utilizar la información obtenida para conducir mejor sus prácticas pedagógicas.

En dicho país: “Los mapas de progreso describen la secuencia en que comúnmente progresa el aprendizaje en determinadas competencias consideradas fundamentales.” (p. 20) Esa secuencia de logros de aprendizaje ha sido organizada por ciclos y no por grados: siete niveles (en la Educación Básica y Media), comunes para todas las áreas curriculares. Cada “mapa” cuenta con ejemplos de desempeño para cada nivel.

Las bases curriculares de la educación parvularia chilena⁹ establecen tres “ámbitos de experiencias para el aprendizaje”, los cuales a su vez comprenden “núcleos de

⁸ IPEBA – Programa de Estándares de Aprendizaje (2011): “ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE, ¿De qué estamos hablando? Lima, 2011.

⁹ Equivalente a la Educación Inicial en el Perú, dividida en dos ciclos: hasta los 3 años y desde allí hasta los 6 o el ingreso a la “Educación Básica”. Las “bases” se encuentran en el documento del Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación: “Bases curriculares de la Educación Parvularia”. Santiago de Chile, 2005.

aprendizajes” -para los que se define un objetivo general y “aprendizajes esperados” por ciclo- y se describen “actividades” y “orientaciones pedagógicas”. La enseñanza de las ciencias en este nivel educativo se aborda desde el ámbito de aprendizaje denominado “Relación con el medio natural y cultural”, que comprende los siguientes núcleos de aprendizaje:

- Seres vivos y su entorno
- Grupos humanos, sus formas de vida y acontecimientos relevantes.
- Relaciones lógico-matemáticas y cuantificación.

La propuesta chilena para el nivel de la educación parvularia coincide con el currículo colombiano de educación básica en su visión integradora de las ciencias sociales y las ciencias naturales. El documento citado señala lo siguiente:

“El medio es un todo integrado, en el que los elementos naturales y culturales se relacionan y se influyen mutuamente, configurando un sistema dinámico de interacciones en permanente cambio. Es importante que la niña y el niño, además de identificar los distintos elementos que lo conforman, progresivamente vayan descubriendo y comprendiendo las relaciones entre los distintos objetos, fenómenos y hechos, para explicarse y actuar creativamente distinguiendo el medio natural y cultural.”

El núcleo **Seres vivos y su entorno** alude a los aprendizajes relacionados con el descubrimiento, conocimiento y comprensión del mundo animal, vegetal y mineral; los procesos de cambio que viven en su desarrollo y crecimiento; y las relaciones dinámicas que establecen con los elementos y fenómenos que conforman su entorno.

El núcleo **Grupos humanos**, sus formas de vida y acontecimientos relevantes considera la dimensión sociocultural del medio, y comprende los aprendizajes esperados relacionados con las formas de organización de los seres humanos que forman parte del mundo de los niños, las instituciones y sus sentidos principales para la vida familiar y comunitaria; también, los inventos y creaciones tecnológicas, artísticas y cívicas más significativas y los acontecimientos relevantes que son parte de la historia de las familias, las comunidades, el país y la humanidad.

El núcleo **Relaciones lógico-matemáticas y cuantificación** organiza los aprendizajes esperados que potencian el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, favoreciendo en los niños las nociones de tiempo, espacio y causalidad, la cuantificación y resolución de problemas.

La relación de aprendizajes esperados incluye distintos tipos de logros de aprendizaje como comprensión, conocimientos, actitudes, desempeños, habilidades para solucionar problemas y otros. Sin embargo, el documento no presenta una taxonomía explícita o una fundamentación de tipos de aprendizajes o logros que deban esperarse.

El núcleo de aprendizaje que interesa particularmente para el presente informe es el de “Seres vivos y su entorno”, que alude al descubrimiento del mundo natural. En el mapa de progreso correspondiente se señala que el propósito de este núcleo es favorecer la disposición y capacidad de niños y niñas para: “descubrir y comprender, en forma directa y mediante sus representaciones, las características y atributos de las especies vivientes y de los espacios en los que éstas habitan. Se pretende que establezcan relaciones identificando procesos e interdependencias con el entorno inmediato, sus elementos y fenómenos; desarrollando actitudes indagatorias, la capacidad de asombro y de aprender permanentemente, a través de una exploración activa y conciente según sus intereses de diverso tipo.”

En el mapa de progreso los aprendizajes son descritos como logros progresivos, por tramos (5 tramos) correspondientes a períodos del desarrollo infantil hasta los 6 años. El mapa presenta, por cada tramo, ejemplos de desempeño que demuestran el logro de los aprendizajes esperados para ese tramo. (Indicadores: ¿cómo se puede reconocer este logro de aprendizaje?)

Cabe señalar que en la estructura del currículum de Educación Parvularia se ha incluido el reconocimiento y apropiación de la tecnología en el núcleo sobre Grupos Humanos, sus formas de vida y acontecimientos relevantes. Por tanto se incluyen en el mapa de progreso denominado: Conocimiento del entorno social.

En el marco curricular de la Educación Básica y Media de Chile¹⁰ los objetivos y contenidos apuntan al desarrollo de competencias, entendidas como “sistemas de acción complejos que interrelacionan habilidades prácticas y cognitivas, conocimiento, motivación, orientaciones valóricas, actitudes, emociones que en conjunto se movilizan para realizar una acción efectiva. Las competencias se desarrollan a lo largo de la vida, a través de la acción e interacción en contextos educativos formales e informales.” (Tomado de OECD, 2002).

En consecuencia, los sectores curriculares no ofrecen sólo “conceptos, criterios o procedimientos, sino también, elementos sobre los procesos de su construcción o descubrimiento. Con el propósito de comunicar una visión contemporánea y concreta del proceso de conocer y crear, y la naturaleza perfectible de sus logros, el marco curricular plantea como contenidos diferentes interpretaciones de los eventos históricos, conocimiento de disputas científicas, prácticas de diseño y realización de investigaciones y proyectos diversos.” (p. 3)

“Se promueven, entonces, procedimientos didácticos que incluyen la indagación y la creación por parte de los alumnos y alumnas, tanto en forma individual como colaborativamente, y las actividades de análisis, interpretación y síntesis de información procedente de una diversidad de fuentes; las de resolución de problemas; las de comprensión sistémica de procesos y fenómenos; las de comunicación de ideas, opiniones y sentimientos de manera coherente y fundamentada; las de trabajo en equipo; las de manejo de la incertidumbre y adaptación al cambio.”

“Además, asumiendo que las competencias se desarrollan en la práctica y que lo relevante es que alumnos y alumnas logren aprendizajes que puedan transferir a contextos reales, el currículum prioriza la comprensión profunda, el aprendizaje activo, las relaciones entre saberes y la movilización integrada de conocimientos, habilidades y actitudes, en diversos contextos, preferentemente auténticos o reales.” (p. 10)

En dicho marco: Ciencias Naturales es uno de los once sectores de aprendizaje obligatorios de la Formación General en la Educación Básica (8 años).¹¹ En los primeros dos años de la Educación Media, la Formación General incluye como subsectores de aprendizajes separados a: Biología, Química, Física y Educación

¹⁰ Ministerio de Educación (2009). Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Básica y Media. Actualización 2009. Ministerio de Educación, Santiago de Chile.

¹¹ El ajuste curricular de 2009 terminó con la integración de ciencias naturales y sociales en una sola asignatura en el primer ciclo básico, aprobado en la reforma de los años 90, que coincidía con el enfoque vigente de la Educación Parvularia y de la estructura curricular colombiana. Ver: Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación (2009). Fundamentos del ajuste curricular en el sector de Ciencias Naturales. Ministerio de Educación, Santiago de Chile.

Tecnológica. En tercero y cuarto medio, los sectores obligatorios de Formación General varían según la modalidad:

- En la modalidad Humanístico – Científica se considera “dos ciencias entre Biología, Química y Física”.
- En la modalidad Técnico – Profesional no se incluyen.
- En la modalidad Artística se incluye Biología.¹²

En el sector de ciencias naturales –según expresa el documento citado- la lógica del ordenamiento global de la secuencia curricular parte de lo más concreto y cercano a la experiencia vital de los estudiantes, con una aproximación eminentemente fenomenológica, para luego ir adentrándose a través de teorías, conceptos y abstracciones a los fenómenos que no son directamente observables y a procesos complejos. A lo largo de la secuencia curricular se va abordando constantemente la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad, a través de la vinculación de los fenómenos y procesos naturales en estudio con la salud, el medio ambiente y la tecnología.

Los objetivos y contenidos se encuentran organizados en torno a seis ejes, que recorren este sector desde 1° básico a 4° medio, dándole coherencia, unidad y progresión a los aprendizajes definidos. Estos son:

- Estructura y función de los seres vivos.
- Organismos, ambiente y sus interacciones.¹³
- Materia y sus transformaciones.¹⁴
- Fuerza y movimiento.¹⁵
- La Tierra y el Universo.¹⁶
- Habilidades de pensamiento científico.

En la educación básica estos seis ejes se abordan en el sector Ciencias Naturales, concebido de manera integral. Durante la enseñanza media, el subsector Biología aborda los ejes Estructura y función de los seres vivos, y Organismos, ambiente y sus interacciones; el subsector Química, aborda aprendizajes referidos a los ejes de Materia y sus transformaciones y de La Tierra y el Universo; por su parte, el subsector Física, aborda el eje Fuerza y Movimiento, y aprendizajes referidos a Materia y sus transformaciones, y a La Tierra y el Universo. Además, estos tres subsectores trabajan Habilidades de pensamiento científico.

Estos seis ejes se han definido intentando comunicar en una estructura clara y concisa los aprendizajes centrales del sector. En esta estructura un tema clave de las ciencias –la energía– se aborda de forma transversal, ya que está presente en la base de todos los procesos del mundo natural. Este ordenamiento por ejes favorece la articulación de los aprendizajes año a año, orientando un trabajo incremental, que se va apoyando en los aprendizajes anteriormente logrados por alumnos y alumnas. A su vez al interior de

¹² Cabe señalar que en la parte de Formación Diferenciada, la modalidad Artística define objetivos terminales para 10 menciones y la modalidad Técnico-Profesional los perfiles de egreso corresponden a 14 sectores económicos y a 46 canales de especialización.

¹³ Los dos primeros ejes pertenecen al mundo biológico.

¹⁴ Este eje se refiere a los conocimientos del mundo químico con elementos del mundo físico: las transformaciones son posibles mediante la participación directa de la energía.

¹⁵ Este eje (física) se ocupa de los movimientos desde una mirada cualitativa y cuantitativa, los efectos de las fuerzas y los principios y leyes relacionados con ellas.

¹⁶ Este eje considera la Tierra en sus aspectos estructurales (interior, superficie, atmósfera), en su dinamismo (placas tectónicas, actividad sísmica) y como planeta desde el punto de vista astronómico (movimientos, teorías sobre su origen y evolución). También toma en cuenta las estructuras astronómicas mayores (sistema solar, galaxias, las estrellas, el Universo).

un mismo año, se ha resguardado que se presenten diversas oportunidades de interrelacionar los aprendizajes de los distintos ejes, de modo que los estudiantes vayan desarrollando un aprendizaje sistémico articulado. (p. 244)

En la determinación de los ejes se tomaron en cuenta los conocimientos relevantes sobre la enseñanza y el aprendizaje de ciencias en el nivel escolar, la relevancia y centralidad de los contenidos en las disciplinas de referencia, los antecedentes curriculares de la educación básica y media chilena, la revisión comparativa de marcos curriculares de otros países relevantes para Chile y los enfoques de los instrumentos de evaluación de aprendizajes a nivel internacional (PISA, TIMSS, NAEP, QCA, entre otras). También se buscó la definición de la menor cantidad posible de ejes que abarcaran el espectro esencial del conocimiento científico, como también la incorporación de conocimientos necesarios que estaban omitidos u ocultos en el currículum anterior.

Es muy interesante lo que propone este documento sobre el último de los ejes, la enseñanza y el aprendizaje de habilidades de pensamiento científico, tanto desde el punto de vista de los contenidos como de los métodos y la coherencia entre ambos: “Esta dimensión se refiere a las habilidades de razonamiento y saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia. Estas habilidades incluyen la formulación de preguntas, la observación, la descripción y registro de datos, el ordenamiento e interpretación de información, la elaboración y el análisis de hipótesis, procedimientos y explicaciones, la argumentación y el debate en torno a controversias y problemas de interés público, y la discusión y evaluación de implicancias éticas o ambientales relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Desde la perspectiva que orienta esta construcción curricular estas habilidades deben desarrollarse a través de la exposición de alumnos y alumnas a una práctica pedagógica activa y deliberativa, que los estimule a razonar y reflexionar sobre lo que observan y conocen. Esta práctica pedagógica implica desarrollar experimentos, como ha sido tradicional en la enseñanza de las ciencias, pero también familiarizar a los y las estudiantes con el trabajo analítico no experimental y la reconstrucción histórica de conceptos. Por ello, la implementación de este currículo no exige una práctica de laboratorio convencional; mucho más importante que ella es estimular a los estudiantes a observar en su entorno, formularse preguntas e hipótesis, razonar críticamente en torno a datos y evidencias y conocer y evaluar las investigaciones que otros han llevado a cabo. En esta perspectiva el planteamiento y resolución de problemas es primordial, ya que permiten fomentar el interés de alumnos y alumnas y motivarlos a examinar de manera profunda los conceptos y habilidades científicas que se quieren desarrollar a partir de situaciones de la vida diaria, dando mayor sentido al trabajo que realizan. Los problemas o las situaciones deben llevar a los estudiantes a tomar decisiones o hacer juicios basados en hechos, información sistemática y fundamentada y a justificar sus decisiones y razonamientos.”

Cabe destacar que en el marco curricular el “Desarrollo del Pensamiento” es al mismo tiempo un objetivo fundamental transversal, lo que implica que sea tomado en cuenta en todos los sectores curriculares –no sólo en el de ciencias- en función del desarrollo de habilidades de investigación (en general), comunicativas, de resolución de problemas, de análisis, interpretación y síntesis de información y conocimiento, conducentes a que los estudiantes sean capaces de establecer relaciones entre los distintos sectores de aprendizaje. Otro objetivo fundamental transversal corresponde a las habilidades para el uso de las “Tecnologías de Información y Comunicación”, que también son parte de una visión amplia de la educación científica y tecnológica.

Además se pretende que los estudiantes desarrollen una orientación hacia la reflexión científica, la metacognición y el despliegue de actitudes valoradas en el quehacer científico, tales como: cuidado y seguridad en el trabajo experimental, el trabajo colaborativo, el rigor intelectual, la honestidad en la ejecución de una investigación, la preocupación por las implicancias sociales y ambientales de la ciencia, veracidad y criticidad, aceptación de consejos y críticas, respeto y cuidado del entorno natural, entre otras.

El marco curricular en el sector de ciencias naturales, reajustado en 2009¹⁷, se fundamenta en la alfabetización científica –en concordancia con el enfoque de la OECD (PISA)- y en el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad, que promueve la participación ciudadana en los procesos democráticos y de resolución de problemas de la ciencia y la tecnología en la sociedad. De acuerdo con estos enfoques y el conocimiento acumulado acerca de cómo los y las estudiantes aprenden ciencias en la escuela, implican desafíos de transposición didáctica; esto es, el paso del “saber-sabio” al “saber enseñado”, utilizando como intermedio el “saber a enseñar” (Chevallard, 1991, citado en el mencionado documento).¹⁸

En congruencia con lo expuesto, los logros de aprendizaje de las Ciencias Naturales se han organizado en cinco Mapas de Progreso, que corresponden a los cinco ejes temáticos considerados en el marco curricular.¹⁹

Los dos primeros Mapas están referidos a la Biología: el primero describe el aprendizaje del funcionamiento de diversas formas vivientes, de sus requerimientos y límites; el segundo describe la progresión del aprendizaje respecto de la interdependencia entre seres vivos y entre estos y el medio. Ambos Mapas son importantes para comprender cómo se mantiene la vida en el planeta.

El Mapa de “Materia y sus transformaciones”, referido a Química (y en parte a Física), describe la progresión de la comprensión de la organización de la materia, el entendimiento de cómo y por qué cambian la materia y los materiales, y el reconocimiento de las posibilidades de transformación del mundo natural.

El Mapa Fuerza y Movimiento, referido a la Física, describe aprendizajes relacionados con la comprensión de la fuerza y el movimiento y la resolución de problemas prácticos relacionados con el mundo natural.

Finalmente el Mapa La Tierra y el Universo, referido a la Física (y en parte a la Química) aborda las grandes preguntas sobre el origen y destino del mundo en que vivimos.

Los cinco Mapas comprenden, en forma transversal, los procesos de razonamiento y habilidades de pensamiento científico. Estas habilidades son necesarias para que los estudiantes puedan sacar partido de sus conocimientos disciplinarios, usándolos y aplicándolos con el fin de comprender el mundo natural y actuar eficazmente en él.

El nuevo currículum de Australia

¹⁷ Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación (2009). Fundamentos del ajuste curricular en el sector de Ciencias Naturales. Ministerio de Educación, Santiago de Chile.

¹⁸ Objeto de saber → Objeto a enseñar → Objeto de enseñanza

¹⁹ Ministerio de Educación (2009). Mapas de Progreso del Aprendizaje. Sector Ciencias Naturales. Mapa de Progreso de Organismos, Ambiente y sus Interacciones. Ministerio de Educación, Santiago de Chile.

Australia se encuentra actualmente en el proceso de elaborar un currículum nacional común, en sustitución de los currículos regionales con los que se ha conducido la educación básica en el pasado.²⁰ En el momento de escribir este informe ya se cuenta con el currículum desarrollado para el área de Ciencias, pero no están listos los de dos áreas relacionadas: Tecnología de Información y Comunicación, y Diseño y Tecnología.

El nuevo currículum australiano de Ciencias para Inicial (Foundation) hasta el décimo grado se basa en investigaciones y currículos nacionales e internacionales de alta calidad.²¹ Además de la experiencia propia de Australia, se han considerado otros países que también se ubicaron entre los diez con más altos puntajes entre los que participaron en la prueba PISA de 2009: Finlandia, Canadá (Ontario) y Singapur.

En comparación con el currículum de ciencias de Finlandia, el nuevo currículum australiano de Ciencias tiene un nivel similar de demanda cognitiva, un mayor énfasis en la ciencia como emprendimiento humano, más flexibilidad para elegir los contextos de aprendizaje, mayor focalización en sostenibilidad y ecosistemas, habilidades de indagación presentadas en una secuencia con mayor sentido de desarrollo, menos atención a los sistemas del cuerpo humano y menos detalle en lo que respecta a las ciencias químicas.

En comparación con el currículum de ciencias de Ontario (Canadá), el nuevo currículum de Australia para Ciencias incluye un contenido general similar, excepto que enfatiza más en el aprendizaje de la naturaleza y usos de la ciencia, e incluye más referencias a la medición en las ciencias.

En comparación con el currículum de ciencias de Singapur, el nuevo currículum australiano tiene un nivel similar de demanda cognitiva y de focalización en aprendizajes basados en la indagación, menos contenido factual, habilidades de indagación mejor definidas y una mayor focalización en ciencias de la Tierra.

En comparación con otros currículos de ciencias, el nuevo currículum de ciencias de Australia enfatiza la visión panorámica de las ciencias por medio de ejes temáticos y de conceptos científicos importantes. También hace más explícito el uso de tecnologías digitales en las ciencias.

Los ejes temáticos representan aspectos clave de la visión científica del mundo y unen el conocimiento y la comprensión cruzando las disciplinas científicas.²² Los seis ejes temáticos que definen el marco del currículum australiano de ciencias son:

- Patrones, orden y organización: clasificación, patrones de similitud y diferencia, identificación de relaciones, incluyendo las de causa y efecto; escalas de espacio y tiempo.
- Forma y función: relaciones entre ambas en objetos y en organismos.
- Estabilidad y cambio: las propiedades de objetos y relaciones entre organismos permanecen constantes o cambian en distintas circunstancias. El cambio se puede cuantificar y representar y analizar mediante tablas y gráficos.

²⁰ ACARA, Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. The Australian Curriculum. <http://australiancurriculum.edu.au/>

²¹ ACARA, Resources, Subject Information Sheets. Information Sheet Science 2011. http://www.acara.edu.au/verve/resources/Information_Sheet_Science_2011.pdf

²² Ver en <http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/The-overarching-ideas>

- Escalas y medición: desde escalas de la vida cotidiana y comparaciones simples (mayor, menor) y mediciones informales hasta escalas macro y micro que escapan de la experiencia sensorial directa y el uso de unidades formales de medición.
- Materia y energía: su rol en los cambios de los objetos y los seres vivos. Las nociones de partículas, fuerzas y transferencias de energía y transformación.
- Sistemas: están presentes en el pensamiento, el modelado y el análisis para comprender, explicar y predecir eventos y fenómenos. Relaciones de interdependencia entre componentes de sistemas vivos e inertes, simples y complejos. Sistemas y subsistemas, fronteras, inputs y outputs.

El nuevo currículum de ciencias de Australia se propone que los estudiantes desarrollen²³:

- Un interés en la ciencia como medio para ampliar su curiosidad y deseo de explorar, formular preguntas y especular acerca del mundo cambiante en el que viven.
- Una comprensión de la visión que la ciencia provee acerca de la naturaleza de los seres vivos, de la Tierra y su lugar en el cosmos, de los procesos físicos y químicos que explican el comportamiento de todas las cosas materiales.
- Una comprensión de la naturaleza de la indagación científica y la habilidad de usar una diversidad de métodos de indagación científica, incluyendo preguntar; planificar y realizar experimentos e investigaciones basadas en principios éticos; recoger y analizar datos; evaluar resultados; y formular conclusiones críticas basadas en evidencias.
- Una habilidad para comunicar hallazgos y comprensiones científicas a una variedad de audiencias, justificar ideas en base a evidencias, evaluar y debatir argumentos y afirmaciones científicas.
- Una habilidad para resolver problemas y tomar decisiones informadas y basadas en evidencias con respecto aplicaciones actuales y futuras de las ciencias, tomando en cuenta las implicancias éticas y sociales de las decisiones.
- Una comprensión de las contribuciones históricas y culturales a la ciencia, tanto como los temas y actividades principales de la ciencia contemporánea y la diversidad de profesiones relacionadas con la ciencia.
- Una sólida base de conocimientos acerca de las ciencias biológicas, químicas, físicas, de la Tierra y el espacio, incluyendo la capacidad para seleccionar e integrar los conocimientos y métodos requeridos para explicar y predecir fenómenos, aplicar esa comprensión a nuevas situaciones y eventos y valorar la naturaleza dinámica del conocimiento científico.

El currículum de ciencias comprende tres ramales o áreas interrelacionadas: Comprensión de la Ciencia, La Ciencia como Emprendimiento Humano y Habilidades de Indagación Científica.²⁴ En conjunto, estos tres ramales proporcionan a los estudiantes comprensión, conocimientos y habilidades, con los cuales pueden desarrollar una visión científica del mundo. Los estudiantes son desafiados a explorar la ciencia, sus conceptos, naturaleza y aplicaciones por medio de procesos de indagación claramente descritos.

La **Comprensión de la Ciencia** se hace evidente cuando una persona logra integrar adecuadamente el conocimiento científico para explicar o predecir un fenómeno y aplica ese conocimiento a nuevas situaciones. El conocimiento científico comprende datos, conceptos, principios, leyes, teorías y modelos que han sido establecidos por los científicos a lo largo del tiempo. Este ramal abarca cuatro sub-ramales: ciencias

²³ <http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Rationale>

²⁴ <http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Content-structure>

biológicas; ciencias químicas; ciencias de la Tierra y el espacio; ciencias físicas. Los contenidos específicos son descritos para cada año de estudios.

El ramal de **La Ciencia como Emprendimiento Humano** alude a la construcción de explicaciones basadas en evidencias entendido como un proceso continuo de descubrimientos y cambios en el conocimiento a medida que se dispone de nuevas evidencias. La ciencia influye en la sociedad cuando responde a preguntas sociales y éticas y a la vez es influenciada por las necesidades y prioridades de la sociedad. En este ramal se destaca el desarrollo de la ciencia como un modo particular de conocer y hacer, así como el rol de la ciencia en la solución de problemas y la toma de decisiones en la vida contemporánea. También reconoce que la ciencia avanza gracias a las contribuciones de muchas personas de diferentes culturas y que existen muchas carreras profesionales gratificantes basadas en las ciencias. Este ramal comprende dos sub-ramales: naturaleza y desarrollo de la ciencia; aplicaciones e influencia de la ciencia. Los contenidos específicos son descritos para ciclos de dos años de estudios.

El ramal de **Habilidades de Indagación Científica** involucra la identificación y formulación de preguntas; planificación, realización y reflexión sobre investigaciones; procesamiento, análisis e interpretación de evidencias; y comunicación de hallazgos. Este ramal considera la evaluación de afirmaciones, la verificación de ideas, la solución de problemas, la formulación de conclusiones válidas y el desarrollo de argumentos basados en evidencias. Las investigaciones pueden involucrar una diversidad de actividades, incluyendo ensayos experimentales, trabajo de campo, búsqueda y uso de fuentes de información, realización de estudios, aplicación del modelado y las simulaciones; la elección del enfoque dependerá del contexto y el objeto de la investigación. La colección y el análisis de los datos se puede hacer mediante tablas, gráficos, flujogramas, diagramas, textos, esquemas, hojas de cálculo o bases de datos. Este ramal comprende cinco sub-ramales: preguntar y predecir (hipótesis); planear y conducir; procesar y analizar datos e información; evaluar; comunicar. Los contenidos específicos son descritos para ciclos de dos años.

En la práctica científica los tres ramales descritos están estrechamente integrados; la ciencia escolar debe reflejar esta visión multifacética de la ciencia. Para eso, los tres ramales del currículum de ciencias deben ser enseñados de una manera integrada; en el currículum australiano de ciencias los contenidos han sido elegidos y ordenados de manera que esa integración sea posible.

En el nuevo currículum australiano de ciencias se describe un estándar de logro (achievement standard) para cada año de estudios desde K (Foundation) hasta el grado 10. El estándar es integrador de elementos de los tres ramales o áreas del marco curricular (Comprensión de la Ciencia, La Ciencia como Emprendimiento Humano y Habilidades de Indagación Científica), lo que significa que también integra contenidos de cada sub área; por ejemplo, del primer ramal considera contenidos de ciencias biológicas, ciencias químicas, ciencias de la tierra y el espacio, y ciencias físicas).

Los estándares de logro de todo el currículum australiano son definidos en los términos siguientes:

- Estándares de logro que describen la calidad del aprendizaje (profundidad de la comprensión, amplitud del conocimiento y grado de sofisticación de la habilidad) que se espera de los estudiantes en determinado punto o momento de su escolaridad.

- Muestras seleccionadas del trabajo de los estudiantes que ilustran, como ejemplos del estándar de logro en cada nivel anual.

Aunque el currículum describe los logros y contenidos para cada año, en otro documento se provee a los docentes orientación sobre las características de los estudiantes y aspectos relevantes del currículum, organizados en cuatro etapas de la escolaridad²⁵:

Inicial – Año 2

- Típicamente estudiantes de 5 a 8 años de edad.
- Foco curricular: conciencia de sí mismo y del mundo local.

Años 3 – 6

- Típicamente estudiantes de 8 a 12 años de edad.
- Foco curricular: reconocer preguntas que pueden ser investigadas científicamente e investigarlas.

Años 7 – 10

- Típicamente estudiantes de 12 a 15 años de edad.
- Foco curricular: explicar fenómenos que involucran a la ciencia y sus aplicaciones.

Años superiores de secundaria

- Típicamente estudiantes de 15 a 18 años.
- Foco curricular: las disciplinas científicas (física, química, biología, ciencias de la Tierra y el ambiente).

Finalmente, es de destacar que el nuevo currículum australiano incluye orientaciones y recursos para adaptar su aplicación a la diversidad de los estudiantes tomando en cuenta necesidades educativas especiales y características culturales distintas, como es el caso frecuente de estudiantes cuya lengua materna no es el inglés.

Las Ciencias en el Currículum Nacional de Inglaterra²⁶

En Inglaterra, como ya se ha dicho antes en este informe, el currículo se estructura en programas de estudio (qué se debe enseñar) y metas de logro (estándares de aprendizaje), que son complementarios. Los programas de estudios y los estándares están definidos en el currículum nacional por “etapas clave”, pero cada escuela organiza su propio currículo escolar que determina qué se incluye en la asignatura de Ciencias de cada año de estudios.

Etapas clave, edades y niveles

Etapa Clave	Edad	Niveles	Nivel Esperado
EC 1	5 a 7	1 al 3	2
EC 2	7 a 11	2 al 5	4
EC 3	11 a 14	3 al 7	5
EC 4	14 a 16	5 al 8	“GCSE”

Los programas de estudio fijan lo que se debe enseñar en cada una de las etapas clave, de la 1 a la 4, y ofrecen a los docentes las bases para la planificación de la enseñanza. Las asignaturas se organizan por dominios, los que a su vez se

²⁵ <http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Science-across-foundation-to-year-12>

²⁶ Science. The National Curriculum for England, www.qca.org.uk/nc/ Key Stages 1 – 4. Revised 2004. Department for Education and Skills Qualifications and Curriculum Authority. London, 2004.

desagregan en aspectos, que son habilidades y conocimientos más específicos. Los docentes además cuentan con guías de orientación pedagógica por etapas, de orientación específica por asignatura y de evaluación, apoyados por vídeos que muestran con ejemplos los desempeños que deben alcanzar los estudiantes.

Las metas de logro (estándares de aprendizaje) explicitan lo que debe alcanzar un estudiante como resultado de su proceso de aprendizaje en un determinado dominio de una asignatura. Consisten en ocho descripciones de desempeños (los conocimientos, las habilidades y las comprensiones forman un todo, que incluye los procesos cognitivos) en niveles de dificultad creciente, que corresponden al progreso típico del aprendizaje en ese dominio; además se considera una descripción de desempeños excepcionales, sobre el nivel 8. Los niveles establecen la ruta de progreso del aprendizaje en un dominio específico a lo largo de toda la educación escolar.

La tabla muestra las edades asociadas a cada etapa clave, los niveles que se deben trabajar y el nivel final esperado para cada etapa clave. El nivel esperado al final de la etapa clave 4 corresponde al certificado general de educación que se otorga a los estudiantes que aprueban la evaluación que se aplica al final de la educación escolar (GCSE).

En el currículo escolar y en la planificación de la enseñanza en cada escuela, se deben considerar los contenidos transversales y condiciones generales relacionados con la inclusión, el uso del lenguaje, el uso de tecnologías de información y comunicación y salud y seguridad.

En las etapas clave 1, 2 y 3 las dimensiones de la asignatura de ciencias, que comprenden de manera integrada conocimientos, habilidades y comprensión, son: indagación científica, la vida (procesos) y los seres vivos, los materiales y sus propiedades, y procesos físicos. La enseñanza de la indagación científica se realiza con los contenidos de las otras tres dimensiones. Los aspectos específicos considerados en cada dimensión son²⁷:

- Indagación científica:
 - Ideas y evidencias en ciencias.
 - Habilidades de investigación (Planificar, Obtener y presentar evidencias, Analizar evidencias y Evaluar).
- La vida (procesos) y seres vivos:
 - Los procesos de la vida.
 - Células y funciones de las células.
 - Seres humanos y otros animales.
 - Plantas verdes.
 - Variación y clasificación y herencia.
 - Seres vivos en su ambiente.
- Los materiales y sus propiedades:
 - Agrupando materiales.
 - Cambiando materiales.
 - Separando mezclas de materiales.
 - Patrones de comportamiento.
- Procesos físicos:
 - Electricidad y magnetismo.
 - Fuerzas y movimiento.

²⁷ Las metas de logro (estándares de aprendizaje) de la asignatura de ciencias para las etapas clave 1 y 2 se encuentran en:

<http://curriculum.qcda.gov.uk/key-stages-1-and-2/subjects/science/attainmenttargets/index.aspx>

- Luz y sonido.
- La Tierra y más allá.
- Recursos energéticos y transferencia de energía.

En la etapa clave 4, el programa de estudios incluye en términos generales un núcleo de ciencias relevante para todos los estudiantes, no sólo para los que van a estudiar carreras vinculadas a las ciencias. La dimensión de conocimientos, habilidades y comprensión (cómo trabaja la ciencia) considera los siguientes aspectos:

- Datos, evidencias, teorías y explicaciones.
- Habilidades prácticas y de indagación.
- Habilidades de comunicación.
- Aplicaciones e implicaciones de la ciencia.

Por otro lado, el programa de estudios abarca un rango balanceado de conceptos científicos que provienen de las principales disciplinas científicas, que proveen el marco y los contenidos para la enseñanza de conocimientos, habilidades y comprensión. Cada enunciado resume un concepto clave que sirve de fundamento para una diversidad de oportunidades de aprendizaje:

- Organismos y salud.
- Comportamiento químico y de los materiales.
- Energía, electricidad y radiaciones.
- Ambiente, la Tierra y el Universo.

Por otro lado, el currículum nacional de Inglaterra explicita que es responsabilidad de las escuelas proveer un currículum balanceado a todos los estudiantes, atendiendo a las necesidades específicas de individuos y grupos de alumnos. Los docentes tienen el mandato de ofrecer a todos los estudiantes oportunidades efectivas para aprender mediante actividades desafiantes, relevantes y pertinentes, en el marco de tres principios esenciales:

- A. Establecer desafíos de aprendizaje adecuados.
- B. Responder a las necesidades de aprendizaje diversas de los alumnos.
- C. Superar potenciales barreras para el aprendizaje y la evaluación de individuos o grupos de estudiantes.

Además de la aplicación de estos principios, las escuelas pueden proporcionar ayudas adicionales a quienes las requieran, tales como terapias de lenguaje y terapia física.

Por otra parte, la asignatura de Ciencias se complementa en el currículum de Inglaterra con la asignatura denominada “Diseño y Tecnología”, que igualmente establece estándares de aprendizaje descritos en ocho niveles de logro y organizados considerando los siguientes aspectos de conocimiento, habilidades y comprensión:

- Elaborar, planificar y comunicar ideas.
- Trabajar con herramientas, equipos, materiales y componentes para realizar productos de calidad.
- Evaluar procesos y productos.
- Conocimientos y comprensión de materiales y componentes.

Los próximos estándares de ciencias para Estados Unidos de América

El Consejo Nacional de Ciencias de las Academias Nacionales de los Estados Unidos de América está conduciendo un proceso de elaboración de nuevos estándares para la enseñanza de ciencias en ese país. El proceso ha incluido la realización de varios estudios, incluyendo una revisión de los currículos de ciencias de países seleccionados y la publicación de un documento de lineamientos para la educación científica, que orientará la elaboración de los estándares. A continuación se presenta

una reseña del marco conceptual, elaborado por un comité especial y publicado muy recientemente.²⁸

El documento resalta la potencialidad de integrar en la escuela los conceptos de la ciencia con el ejercicio de las prácticas de la ciencia, otorgando un papel prominente a las ideas y las prácticas de la ingeniería. Señala que el propósito global del marco conceptual para la educación en ciencias en el nivel escolar (K-12) es asegurar que al final del último grado todos los estudiantes valoren la belleza y las maravillas de la ciencia; posean conocimientos suficientes de la ciencia y la ingeniería para participar en discusiones públicas sobre temas relacionados; sean consumidores cuidadosos de información científica y tecnológica relacionada con la vida cotidiana; sean capaces de seguir aprendiendo sobre la ciencia fuera de la escuela; y tengan las habilidades que se requieren para seguir las carreras que ellos elijan, incluyendo (pero no exclusivamente) las carreras de ciencias, ingeniería y tecnología.²⁹

Considerando las evidencias de la investigación sobre enseñanza y aprendizaje de ciencias y los esfuerzos de décadas para definir los conocimientos y habilidades básicos de ciencias e ingeniería que deben enseñarse en las escuelas, el comité concluyó que la educación en ciencia e ingeniería debe concentrarse en un número limitado de contenidos disciplinarios y conceptos transversales, debe diseñarse de manera que los estudiantes a lo largo de varios años construyan de manera progresiva y revisen constantemente sus conocimientos y habilidades y puedan integrarlos con las prácticas propias de la indagación científica y el diseño de la ingeniería. Por eso el comité recomienda que la educación científica escolar sea organizada en tres dimensiones:

- Prácticas de la ciencia y la ingeniería.
- Conceptos transversales que unifican el estudio de la ciencia y la ingeniería por medio de sus aplicaciones comunes.
- Ideas centrales de cuatro áreas disciplinarias: ciencias físicas; ciencias de la vida; ciencias de la Tierra y el espacio; ingeniería, tecnología y aplicaciones de la ciencia.

A fin de apoyar el aprendizaje significativo de ciencia e ingeniería, se recomienda que las tres dimensiones mencionadas sean articuladas en los estándares, el currículo, la enseñanza y la evaluación. Hay dos razones críticas para poner la ingeniería al lado de las ciencias naturales: para resaltar la importancia de la comprensión del mundo construido por la humanidad y para reconocer el valor de integrar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, la ingeniería y la tecnología. El comité considera que los estudiantes deben explorar los usos prácticos de la ciencia y contrastar sus propios conceptos y los conocimientos científicos que aprenden con su aplicación a problemas de la vida real, para hacer más atractivo y significativo el aprendizaje de las ciencias.

El comité destaca tres cambios importantes en el enfoque de la educación científica que fundamentan su propuesta: primero, la noción de que el aprendizaje es un desarrollo progresivo, que los conocimientos y habilidades se construyen y revisan constantemente, a partir de la curiosidad y las concepciones iniciales de los niños

²⁸ A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. NATIONAL RESEARCH COUNCIL of the National Academies, Washington D.C., 2011.

²⁹ El comité toma en cuenta dos grandes metas de la educación escolar en ciencias: (1) educar a todos los estudiantes en ciencias e ingeniería, y (2) proveer el conocimiento básico a aquellos que optarán en el futuro por convertirse en científicos, ingenieros, tecnólogos y técnicos. El documento se ocupa principalmente de la primera meta.

sobre el mundo y su funcionamiento. Segundo, la focalización en un número limitado de núcleos conceptuales, dejando tiempo para la investigación y la argumentación que permiten una comprensión más profunda de las ideas principales y evitan el aprendizaje superficial de muchos detalles. Tercero, el énfasis en la integración de los contenidos de conocimiento científico con las prácticas necesarias para la indagación científica y el diseño de ingeniería, que se deben presentar entrelazados en la educación científica escolar.

Sin embargo, el documento también se cuida de prevenir que el cambio en el enfoque y los estándares no serán suficientes para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en caso los demás componentes del sistema -currículum, enseñanza, desarrollo profesional y evaluación- no cambien también para alinearse con la visión y el enfoque del marco general propuesto.

Los principios orientadores de la nueva propuesta de educación científica son:

- Los niños nacen investigadores: desde la educación inicial se debe considerar explicaciones –no sólo descripciones- y prácticas de ciencias y de ingeniería.
- Focalizar en Conceptos y Prácticas principales, como ya se dijo.
- La comprensión se desarrolla en el tiempo, para lo cual es necesario contar con mapas de progreso que conduzcan a los logros finales esperados. Esos mapas deben describir cómo maduran las comprensiones de los estudiantes y también las experiencias y apoyos que ellos requieren para progresar.
- La ciencia y la ingeniería comprenden tanto conocimientos como prácticas. Las prácticas varían de una ciencia a otra, pero todas comparten algunos rasgos básicos: compromiso con los datos y la evidencia; argumentación y análisis para relacionar la evidencia con teorías; examen, revisión y evaluación de las ideas propias y ajenas; valoración de la calidad de los datos, diseño de teorías, elaboración de nuevas preguntas y cambio de teorías y modelos en base a las evidencias. Además, la ciencia es un emprendimiento social y el conocimiento avanza gracias a la colaboración en un sistema social con reglas muy elaboradas. Por su parte, la ingeniería comprende la definición del problema o necesidad y el diseño de una solución. Los estudiantes no pueden comprender las prácticas científicas y tampoco asimilar la naturaleza del conocimiento científico mismo, sin vivir directamente y por sí mismos la experiencia de participar en esas prácticas.
- Conectar la enseñanza con los intereses y experiencias de los estudiantes.
- Promover equidad. Implica proveer a todos los estudiantes de oportunidades equitativas para aprender ciencias y para involucrarse en prácticas de ciencias e ingeniería, con acceso a espacios de calidad, tiempos adecuados, equipos y docentes que apoyen y motiven al aprendizaje y a la participación. La investigación muestra la importancia de abrazar la diversidad como medio para mejorar el aprendizaje sobre las ciencias y el mundo, especialmente en sociedades como la de USA que son cada vez más diversas en idiomas, etnicidad y razas. El propósito de lograr equidad es una de las razones para establecer estándares rigurosos y válidos para todos los estudiantes.

La selección de conceptos centrales de las ciencias y la ingeniería se realizó aplicando los siguientes cuatro criterios. Para ser incluidas en la propuesta, cada idea debía cumplir al menos con dos de los criterios:

1. Tener amplia importancia en varias disciplinas de la ciencia o la ingeniería o ser un principio organizador clave de una determinada disciplina.
2. Proveer una herramienta clave para comprender o investigar ideas más complejas y resolver problemas.

3. Estar relacionada con los intereses o la experiencia de vida de los estudiantes o conectada con preocupaciones sociales o personales que requieren de conocimiento científico o tecnológico.
4. Ser posible de ser enseñada y aprendida a lo largo de varios grados en niveles crecientes de profundidad y sofisticación. Es decir, ser accesible a los estudiantes más jóvenes y a la vez tener amplitud para ser investigada durante años.

El comité propone en el documento marco que las tres dimensiones elegidas comprendan los siguientes elementos específicos:

1. Prácticas de la ciencia y la ingeniería:
 - 1.1. Formular preguntas (ciencias) y definir problemas (ingeniería).
 - 1.2. Desarrollar y usar modelos.
 - 1.3. Planificar y realizar investigaciones.
 - 1.4. Analizar e interpretar datos.
 - 1.5. Usar el pensamiento matemático y computacional.
 - 1.6. Construir explicaciones (ciencias) y diseñar soluciones (ingeniería).
 - 1.7. Asumir argumentos basados en evidencias.
 - 1.8. Obtener, evaluar y comunicar información.
2. Conceptos transversales:
 - 2.1. Patrones.
 - 2.2. Causa y efecto: mecanismos y explicaciones.
 - 2.3. Escala, proporción y cantidad.
 - 2.4. Sistemas y modelos de sistemas.
 - 2.5. Energía y materia: flujos, ciclos y conservación.
 - 2.6. Estructura y función.
 - 2.7. Estabilidad y cambio.
3. Contenidos clave de las disciplinas:

Ciencias Físicas:

CF1: La materia y sus interacciones.

 - Estructura y propiedades de la materia.
 - Reacciones químicas.
 - Procesos nucleares.

CF2: Movimiento y estabilidad: fuerzas e interacciones.

 - Fuerzas y movimiento.
 - Tipos de interacciones.
 - Estabilidad e inestabilidad en sistemas físicos.

CF3: Energía.

 - Definiciones de energía.
 - Conservación de energía y transferencias de energía.
 - Relación entre energía y fuerzas.
 - Energía en procesos químicos y en la vida diaria.

CF4: Ondas y sus aplicaciones en tecnologías para transferencia de información.

 - Propiedades de las ondas.
 - Radiación electromagnética.
 - Tecnologías de Información e instrumentación

Ciencias de la Vida:

CV1: De moléculas a organismos: estructuras y procesos.

 - Estructura y función.
 - Crecimiento y desarrollo de organismos.
 - Organización para el flujo de materia y energía en organismos.
 - Procesamiento de información.

CV2: Ecosistemas: interacciones, energía y dinámicas.

 - Relaciones de interdependencia en ecosistemas.
 - Ciclos de transferencia de materia y energía en ecosistemas.

- Dinámicas, funcionamiento y resiliencia en ecosistemas.
 - Interacciones sociales y comportamiento de grupo.
- CV3: Herencia: herencia y variaciones en los rasgos.
- Herencia de rasgos.
 - Variaciones en los rasgos.
- CV4: Evolución biológica: unidad y diversidad.
- Evidencias de ascendencia común y diversidad.
 - Selección natural.
 - Adaptación.
 - Biodiversidad y humanos.
- Ciencias de la Tierra y el Espacio:
- CTE1: El lugar de la Tierra en el Universo.
- El universo y sus estrellas.
 - La Tierra y el sistema solar.
 - La historia del planeta Tierra.
- CTE2: Sistemas de la Tierra.
- Materiales y sistemas de la Tierra.
 - Placas tectónicas e interacciones en sistemas de gran escala.
 - Los roles del agua en procesos de la superficie de la Tierra.
 - Tiempo y clima
 - Biogeología.
- CTE3: La Tierra y la actividad humana.
- Recursos naturales.
 - Peligros naturales.
 - Impacto de los humanos en los sistemas de la Tierra.
 - Cambio climático global.
- Ingeniería, Tecnología y Aplicaciones de la Ciencia:
- ITC1: Diseños de ingeniería.
- Definir y delimitar problemas de ingeniería.
 - Desarrollar posibles soluciones.
 - Optimizar el diseño de la solución.
- ITC2: Vínculos entre ingeniería, tecnología, ciencia y sociedad.
- Interdependencia de ciencia, ingeniería y tecnología.
 - Influencia de la ingeniería, tecnología y ciencia en la sociedad y el mundo natural.

El documento propone que los estándares describan niveles de logro terminales para cada grado escolar, los que en lo posible deben estar basados en la investigación disponible sobre enseñanza y aprendizaje. En términos generales, en el período de inicial a segundo grado (K-2), se eligieron ideas sobre fenómenos que pueden ser conocidos por experiencia e investigación directa de los estudiantes. En los grados 3 a 5 se incluyen entidades invisibles pero aún macroscópicos, tales como lo que hay en el interior del cuerpo o de la Tierra, que no son tan accesibles a la experiencia de los niños; se utilizan imágenes, modelos físicos y simulaciones para representar y relacionar estas entidades con los fenómenos que los estudiantes si pueden investigar e interpretar. En los grados 6 a 8 se pasa a explicaciones de fenómenos físicos en el nivel atómico y explicaciones de procesos de la vida y estructuras biológicas en el nivel celular, pero sin entrar en detalles sobre el funcionamiento interno de los átomos o las células. Finalmente, en los grados 9 a 12 se avanza a explicaciones subatómicas y al interior de las células. Una progresión similar en escalas y niveles de abstracción se aplica para fenómenos que implican grandes distancias y tiempos. Algo parecido puede decirse de la progresión en el aprendizaje de las prácticas.

Considerando la importancia que IPEBA otorga al tema de la equidad educativa y social en la elaboración de sus diversos documentos y el planteamiento de

estándares, resulta muy pertinente recoger los lineamientos que ofrece al respecto el documento del Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos de América.

El comité enfatiza que la vida de los ciudadanos en el complejo mundo contemporáneo demanda a todos los miembros de la sociedad un conocimiento más profundo de ciencia e ingeniería para comprender temas como la salud humana, la conservación del ambiente, el transporte, la producción y la seguridad alimentaria, la generación y el consumo de energía. A continuación reconoce que hoy existen profundas diferencias entre grupos demográficos específicos en los logros educativos y patrones de aprendizaje de ciencia y otras áreas. Las causas de estas diferencias son complejas y las explicaciones diversas, pero entre ellas el comité destaca dos que considera claves: primero, las diferencias en las oportunidades para aprender por desigualdades entre escuelas, distritos y comunidades; segundo, la aplicación de enfoques de enseñanza que pueden o no resultar inclusivos y motivadores para poblaciones diversas de estudiantes.

En el documento también se señala que la preparación de los alumnos en otras áreas, especialmente comunicación y matemática, también afecta sus logros en el aprendizaje de ciencias. Cuando ciertos grupos de estudiantes no logran convertirse en buenos lectores y escritores hacia el final de la educación primaria, los docentes tienen dificultades para ayudarlos a progresar en ciencias y en todas las áreas curriculares.

En las escuelas que atienden a los estudiantes con mayor riesgo de fracaso académico se observa una casi total ausencia de la enseñanza de ciencia en los primeros grados, lo que constituye un problema cuando se sabe que el aprendizaje y la identificación con la ciencia demandan procesos de largo plazo y esfuerzos sostenidos. Los estándares deberían: (a) resaltar que las metas exigentes son apropiadas para todos los estudiantes; y (b) hacer explícito que lo anterior se basa en el supuesto de que se provee a todos los estudiantes el tiempo de instrucción, equipos, materiales y capacidades de enseñanza necesarios para alcanzar esas metas. Esta información debería llevar a los educadores -en el nivel central, regional y distrital-, a planificar en detalle y asignar recursos para igualar las oportunidades de los estudiantes para el aprendizaje de ciencia e ingeniería en los términos descritos en los estándares.

Las estrategias de enseñanza inclusivas comprenden una gama de técnicas y enfoques que construyen conocimientos a partir de los intereses y contextos de los estudiantes, para comprometerlos de manera significativa y apoyarlos en un aprendizaje sostenido.

Al abordar el aprendizaje de la ciencia como un logro cultural, se toma en cuenta que los estudiantes que se inician en las prácticas de la ciencia y la ingeniería no dejan sus concepciones culturales en la puerta de la escuela. La comprensión científica debe crecer a partir de las experiencias de vida y de una superación progresiva y tolerante de la disociación que pudiera existir. Los estudiantes traen bases culturales de conocimiento que pueden ser apalancadas, combinadas con otros conceptos y transformadas en conceptos científicos. Las prácticas de aula tradicionales que han sido exitosas para estudiantes de familias de clase media y alta con cultura europeo/americana, no funcionan bien para alumnos que pertenecen a los grupos históricamente no dominantes. La evidencia de investigación muestra que es conveniente aceptar y aún estimular el uso de un lenguaje informal o nativo y estilos de interacción propios de las familias. El interés personal es un factor importante para el involucramiento de los niños en el aprendizaje de ciencia. Es necesario comprender que el aprendizaje de la ciencia no sólo depende de la acumulación de datos y

conceptos sino también del desarrollo de una identidad de aprendiz competente de ciencia, con motivación e interés por seguir aprendiendo.

Por ejemplo, se ha documentado que niños criados en comunidades rurales agrícolas, que interactúan de manera frecuente e intensa con plantas y animales, desarrollan una comprensión más sofisticada del mundo natural que sus pares de contextos urbanos y suburbanos.

Por todo ello, los documentos de estándares deberían representar las culturas particulares de las diversas poblaciones en los textos (ejemplos, ilustraciones, expectativas de desempeño). De la misma manera, se debería hacer un esfuerzo por mostrar contribuciones significativas al conocimiento de mujeres y de personas de diversos orígenes culturales y étnicos. En el futuro los documentos deberían explicitar los enfoques que asumen acerca de diversidad, equidad y justicia social, destacando la importancia de estos temas en la enseñanza de ciencia.

Finalmente, el comité ofrece las siguientes recomendaciones para quienes vayan a elaborar los estándares:

1. Los estándares deben definir un conjunto de logros rigurosos de aprendizaje que representen una expectativa común para todos los estudiantes.
2. Los estándares deben ser científicamente precisos pero a la vez deben ser claros, concisos y comprensibles para los educadores en ciencia.
3. Los estándares deben ser limitados en número.
4. Los estándares deben enfatizar las tres dimensiones articuladas en el documento marco, no sólo los conceptos transversales y los conceptos clave de las disciplinas sino también las prácticas de la ciencia y de la ingeniería.
5. Los estándares deben incluir expectativas de desempeño que integren las prácticas de la ciencia y la ingeniería con los conceptos transversales y los conceptos clave de las disciplinas. Dichas expectativas deben incluir criterios para identificar el desempeño exitoso y exigir que los estudiantes demuestren habilidad en el uso y aplicación de conocimientos.
6. Los estándares deben incluir el señalamiento de las fronteras. Es decir, para un determinado concepto clave y un cierto nivel para un grado, quienes elaboren los estándares deben indicar tanto lo que necesita ser enseñado como lo que no necesita ser enseñado para que los estudiantes alcancen el estándar.
7. Los estándares deben ser organizados como secuencias que apoyan el aprendizaje de los estudiantes en varios grados. Deben tomar en cuenta cómo el dominio del estudiante de las prácticas, conceptos transversales y conceptos disciplinarios clave se hacen más sofisticados en el tiempo gracias a experiencias de instrucción adecuadas.
8. Siempre que sea posible, los progresos de los estándares deben estar basados en la investigación disponible sobre aprendizaje y enseñanza. En los casos en que no se dispone de investigación suficiente para sustentar un progreso o no hay consenso en los hallazgos de la investigación, el progreso debe ser definido en base a un argumento razonable sobre el aprendizaje y la enseñanza. Las secuencias descritas en el documento marco pueden ser usadas como guía.
9. El comité recomienda que las diversas necesidades de los estudiantes y de los estados sean atendidas mediante el desarrollo de estándares para ciclos o bandas de grados como conjuntos generales comunes adoptados por varios estados. Para aquellos estados que prefieran o requieran estándares para cada grado, los estándares por ciclos podrían ser proporcionados como ejemplo.
10. En caso se escriban estándares para cada grado en base a las descripciones por ciclos o bandas de grados provistas en el documento marco, dichos estándares

deben ser diseñados de manera que provean un progreso coherente al interior de cada ciclo o banda de grados.

11. Se debe explicitar cualquier supuesto que se asuma sobre los recursos, tiempo y experiencia del profesor que se requieren para que los estudiantes logren determinados estándares.
12. Los estándares para las ciencias e ingeniería deben alinearse de manera coherente con los de otras asignaturas. Es especialmente importante el alineamiento con los estándares clave comunes de matemáticas y comunicación (English/language arts).
13. Al diseñar estándares y expectativas de desempeño se deben tomar en cuenta temas relacionados con la diversidad y la equidad. En particular, las expectativas de desempeño deben considerar diversas maneras de que los estudiantes demuestren competencia en ciencia.

IV. Estándares de ciencias en evaluaciones internacionales

La competencia científica según PISA³⁰

“La evaluación de PISA se centra en tres áreas que tradicionalmente se han considerado claves para el aprendizaje en todos los sistemas educativos: Ciencias, Lectura y Matemáticas. Sin embargo, la evaluación no es curricular, sino basada en competencias. Esto es, en términos de las habilidades, destrezas y actitudes de los estudiantes para analizar y resolver problemas, para manejar información y para responder a situaciones reales que se les pudieran presentar en el futuro. El modelo de evaluación de PISA está centrado en el concepto de *literacy* (aptitud o competencia, aunque en diferentes países ha sido traducido como cultura, formación, alfabetización o habilidad)”³¹

Según la fuente citada, PISA define la competencia científica como “la capacidad de un individuo que posee conocimiento científico y lo usa para adquirir nuevos conocimientos, identificar temas científicos, explicar fenómenos y obtener conclusiones basadas en evidencias con el fin de comprender y tomar decisiones relacionadas con el mundo natural y con los cambios producidos por la actividad humana. Además, incluye la capacidad para comprender las principales características de la ciencia, entendida ésta como una forma de conocimiento y de investigación humana; para percibir el modo en que conforman el entorno material, intelectual y cultural; así como la disposición para comprometerse como ciudadano reflexivo en problemas e ideas relacionadas con la ciencia.” (p. 30)

La competencia científica, según el Programa PISA, comprende tres dimensiones: procesos; contexto y áreas de aplicación; y contenido.

1. Procesos:
 - Identificar temas científicos.
 - Explicar científicamente fenómenos.
 - Usar evidencia científica.

2. Contexto y áreas de aplicación:

³⁰ Programme for International Student Assessment. Una iniciativa de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que involucra a decenas de países de todos los continentes. Su propósito es medir el nivel de habilidades y competencias esenciales de jóvenes de 15 años para su participación plena en la sociedad.

³¹ PISA en el Aula: Ciencias. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. México, 2008.

- Contexto:
 - Personal
 - Social
 - Global
- Áreas de aplicación:
 - Salud
 - Recursos naturales
 - Medio ambiente
 - Riesgos
 - Fronteras de la ciencia y la tecnología

3. Contenido:

- Conocimiento de la ciencia:
 - Sistemas físicos
 - Sistemas vivos
 - Sistemas de la Tierra y el espacio
 - Sistemas tecnológicos
- Conocimiento sobre la ciencia:
 - Investigación científica
 - Explicaciones científicas

Los procesos se refieren a tareas que los estudiantes deberán realizar en la vida real y que tienen implícitos procesos cognitivos tales como: razonamientos inductivos y deductivos, el pensamiento crítico e integrado, la conversión de representaciones (por ejemplo, de datos a tablas, de tablas a gráficos), la elaboración y comunicación de argumentaciones y explicaciones basadas en datos, la facultad de pensar en términos de modelos y el empleo de las matemáticas. El texto citado describe en los siguientes términos cada uno de los procesos que se incluyen en esta dimensión de la competencia:

- Identificar temas científicos
Este proceso se refiere a la capacidad de reconocer temas susceptibles de ser investigados científicamente, identificar términos clave para la búsqueda de información científica e identificar los rasgos característicos de la investigación de carácter científico. Por lo tanto, requiere que los estudiantes posean un conocimiento sobre la ciencia y la capacidad de reconocer los rasgos característicos de una investigación de carácter científico, por ejemplo: qué elementos deben ser comparados, qué variables deberían modificarse o someterse a control, qué información complementaria se requiere o qué medidas han de adoptarse para recoger los datos que hacen al caso.
- Explicar científicamente fenómenos
Este proceso se refiere a la aplicación del conocimiento de la ciencia en una situación determinada, la descripción o interpretación científica de fenómenos y la predicción de cambios, además de la capacidad de identificar o reconocer las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas al caso.
- Usar evidencia científica
La capacidad para utilizar evidencias científicas requiere que los alumnos puedan, por una parte, interpretarlas, elaborar y comunicar conclusiones y, por otra, identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones. La reflexión sobre las implicaciones sociales de los avances científicos o tecnológicos constituye otro aspecto de este proceso.

En la dimensión de Contexto y áreas de aplicación, el contexto se refiere a los diversos escenarios en los que se presentan las tareas, que son situaciones de la vida

real que están relacionadas con la ciencia y la tecnología. Se clasifican en tres tipos: personal (yo, familia, compañeros), social (la comunidad) y global (la vida en el planeta). Las áreas de aplicación son las mencionadas antes y los contenidos específicos para cada caso se determinan en función de los tres escenarios del contexto. El documento del INEE de México resume esta dimensión en una tabla como la siguiente:

		Contexto		
		Personal (yo, familia, compañeros)	Social (la comunidad)	Global (la vida en el planeta)
Áreas de aplicación	Salud	Conservación de la salud; accidentes; nutrición.	Control de enfermedades; transmisión social; elección de alimentos; salud comunitaria.	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas.
	Recursos naturales	Consumo personal de materiales y energía.	Manutención de poblaciones humanas; calidad de vida; seguridad, producción y distribución de alimentos; abastecimiento energético.	Renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento demográfico, uso sostenible de las especies.
	Medio ambiente	Comportamientos respetuosos con el medio ambiente, uso y desecho de materiales.	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, climas locales.	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control demográfico, generación y pérdida de suelos.
	Riesgos	Naturales y provocados por el hombre, decisiones sobre la vivienda.	Cambios rápidos (terremotos, rigores climáticos), cambios lentos y progresivos (erosión costera, sedimentación), evaluación de riesgos.	Cambio climático, impacto de las modernas técnicas bélicas.
	Fronteras de la ciencia y la tecnología	Interés por las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, aficiones de carácter científico, deporte y ocio, música y tecnología personal.	Nuevos materiales, aparatos y procesos; manipulación genética; tecnología armamentista; transportes.	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo.

La dimensión del Contenido se refiere, como se ha dicho antes, al “conocimiento de la ciencia” (comprensión de conceptos y teorías científicas fundamentales) y al “conocimiento sobre la ciencia” (comprensión de la naturaleza de las ciencias). El documento citado resume esta dimensión en la forma siguiente:

Conocimiento de la ciencia

Trata del conocimiento necesario para comprender el mundo natural y dar sentido a las experiencias que tienen lugar en contextos personales, sociales y globales. Para tal efecto, incluye la comprensión de teorías y conceptos científicos básicos. Sus categorías están estructuradas de tal forma que pueden combinar diversas disciplinas, tal como sucede en la vida diaria o profesional. Las cuatro áreas son las siguientes:

- Sistemas físicos: estructura, propiedades y cambios químicos de la materia; movimientos y fuerzas; la energía y su transformación e interacciones entre la propia energía y la materia.
- Sistemas vivos: células, seres humanos, poblaciones, ecosistemas y biosfera.
- Sistemas de la Tierra y el espacio: estructura en los sistemas de la Tierra, la energía y los cambios en los sistemas terrestres, la historia de la Tierra y la Tierra en el espacio.
- Sistemas tecnológicos: el papel de la tecnología de base científica, relación entre la ciencia y la tecnología, conceptos y principios importantes.

Conocimiento sobre la ciencia

Este tipo de conocimiento se caracteriza por la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Incluye dos categorías: investigación científica y explicaciones científicas.

- La investigación científica se centra en la investigación considerada como uno de los procesos esenciales de las ciencias, así como en los diversos componentes de dicho proceso. Se puede considerar a la investigación científica como la forma en la cual los científicos obtienen datos.
- Las explicaciones científicas son resultado de la investigación. Se puede considerar a las explicaciones como los objetos de la ciencia (la forma en que los científicos emplean los datos obtenidos).

Por otro lado, en PISA la evaluación de la competencia científica se realiza en base a niveles de desempeño, que describen las habilidades y las tareas que son capaces de realizar los estudiantes, tal como se muestra en el cuadro siguiente³²:

NIVELES DE DESEMPEÑO EN LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

	IDENTIFICAR TEMAS CIENTÍFICOS	EXPLICAR CIENTÍFICAMENTE FENÓMENOS	USAR EVIDENCIA CIENTÍFICA
NIVEL 6	Los estudiantes demuestran habilidad para comprender y relacionar modelos complejos inherentes al diseño de una investigación.	Los estudiantes emplean una variedad de conocimiento científico abstracto, conceptos y relaciones entre ellos para el desarrollo de explicaciones de procesos sistémicos.	Los estudiantes demuestran habilidad para comparar y diferenciar explicaciones opuestas al revisar la evidencia de sustento. Son capaces de formular argumentos por medio de la síntesis de evidencias provenientes de diversas fuentes.

³² Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, México 2008. Obra citada.

NIVEL 5	Pueden comprender los elementos esenciales de la investigación científica, por lo que logran determinar si los métodos científicos son aplicables a una variedad de contextos complejos y a menudo abstractos. Al analizar un experimento dado, pueden identificar la pregunta de investigación y explicar la relación entre ésta y la metodología.	Los estudiantes emplean el conocimiento de dos o tres conceptos científicos e identifican la relación entre ellos para el desarrollo de explicaciones de un fenómeno contextual.	Son capaces de interpretar datos de diferentes conjuntos presentados en diversos formatos. Pueden identificar y explicar las diferencias y similitudes de los datos y derivar conclusiones basadas en una combinación de evidencias dadas para esos datos.
NIVEL 4	Los estudiantes identifican en una investigación qué variables cambiar y medir, por lo menos controlar una. Pueden sugerir formas apropiadas de controlar esa variable, y plantear la manera de relacionar la pregunta que será sometida a investigación directa.	Los estudiantes comprenden ideas científicas, incluyendo modelos científicos, con un nivel importante de abstracción. Aplican conceptos científicos generales y los emplean en el desarrollo de la explicación de un fenómeno.	Los estudiantes pueden interpretar datos expresados en diversos formatos como tablas, gráficas y diagramas, mediante la síntesis de los datos y la explicación de patrones relevantes. Pueden usar los datos para llegar a conclusiones relevantes. Pueden determinar si los datos apoyan las afirmaciones sobre un fenómeno.
NIVEL 3	Los estudiantes pueden realizar juicios sobre si un tema es susceptible de ser medido o investigado científicamente. Dada la descripción de una investigación, son capaces de identificar qué variables se pueden cambiar y medir.	Los estudiantes pueden aplicar una o más ideas o conceptos científicos concretos en el desarrollo de la explicación de un fenómeno. Esto se mejora cuando se dan indicaciones específicas o cuando hay opciones de respuesta. Al desarrollar una explicación reconocen las relaciones causa-efecto, y pueden explicitar los modelos científicos de base.	Los estudiantes son capaces de seleccionar elementos relevantes de información de los datos para dar respuesta a una pregunta o para sustentar en favor o en contra de una conclusión dada. Pueden llegar a conclusiones a partir de un patrón simple o complejo de datos. Pueden determinar, en casos simples, si hay suficiente información para sustentar una conclusión.
NIVEL 2	Los estudiantes logran determinar si una variable dada puede medirse científicamente en una investigación. Pueden reconocer la variable a ser manipulada (modificada) por el investigador. Pueden apreciar la relación entre un modelo simple y el fenómeno que se está configurando. En temas de investigación, los estudiantes pueden seleccionar apropiadamente las palabras clave para realizar búsquedas.	Los estudiantes pueden recordar hechos científicos apropiados, tangibles y aplicables a un contexto simple; y los pueden usar para predecir o explicar un resultado	Pueden reconocer características generales de una gráfica, si se les proporcionan las indicaciones apropiadas. Pueden señalar una característica obvia en una gráfica o tabla simple para sustentar una afirmación dada. Logran reconocer si un conjunto dado de características puede aplicarse en el funcionamiento de los dispositivos que se utilizan a diario.
NIVEL 1	Los estudiantes pueden sugerir fuentes adecuadas de información sobre temas científicos. Identifican en un experimento cantidades sujetas a variación. En contextos específicos, pueden reconocer si una variable puede o no ser medida, mediante la utilización de instrumentos de medición conocidos.	Los estudiantes pueden reconocer relaciones simples de causa-efecto, dadas las indicaciones relevantes. El conocimiento se deriva de un hecho científico particular que proviene de la experiencia propia o del dominio público.	Pueden extraer información de una hoja de datos o de algún diagrama relacionado con un contexto familiar, si se les pide contestar una pregunta. Pueden extraer información de una gráfica de barras cuando se requiere hacer una simple comparación de las alturas de las barras. En contextos comunes y en los que los estudiantes tienen alguna experiencia pueden atribuir un efecto a una causa.

En el año 2009, la prueba aplicada por PISA para el área de ciencia respondió a la siguiente definición de la competencia científica³³: “el conocimiento científico y el uso de ese conocimiento científico por parte de un individuo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos, y formular conclusiones basadas en evidencias acerca de temas relacionados con las ciencias, comprensión de los rasgos característicos de la ciencia como forma humana de conocimiento e indagación, conciencia de cómo la ciencia y la tecnología modelan nuestros ambientes materiales, intelectuales y culturales, y voluntad para involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como ciudadano reflexivo.” (p. 14)³⁴

El documento de lineamientos para la evaluación PISA del año 2009 señala que la competencia científica debe ser entendida como la habilidad para usar el conocimiento científico y los procesos de la ciencia no sólo para comprender el mundo natural sino también para participar en las decisiones que lo afectan. En ese marco, se determinó que la evaluación de ciencias fuera diseñada en relación con tres aspectos:

- Conocimientos o conceptos científicos: constituyen los vínculos que ayudan a comprender fenómenos relacionados. En PISA, aunque se considera los conceptos familiares de las ciencias físicas, químicas, biológicas y las ciencias de la Tierra y el espacio, interesa su aplicación al contenido de los ítem y no sólo que sean evocados.
- Procesos científicos: se centran en la habilidad para recoger, interpretar y actuar en base a evidencias. Tres de esos procesos presentes en PISA se relacionan con: (1) describir, explicar y predecir fenómenos científicos, (2) comprender la investigación científica, y (3) interpretar evidencias y conclusiones científicas.
- Situaciones o contextos: se refieren a la aplicación del conocimiento científico y al uso de los procesos científicos. El documento identifica tres áreas principales: la ciencia en la vida y la salud, la ciencia en la Tierra y el ambiente, y la ciencia en la tecnología.

El documento también señala que la competencia científica no sólo requiere de conocimientos y habilidades cognitivas, ya que también involucra actitudes, valores y motivaciones, que también son tomadas en cuenta en la evaluación. (p. 126)

Por todo ello, las siguientes preguntas orientaron el trabajo de elaboración del marco conceptual para la evaluación en ciencia (p. 130):

- ¿Qué contextos serán apropiados para evaluar a estudiantes de 15 años de edad?
- ¿Qué competencias se puede razonablemente esperar que demuestren esos estudiantes?
- ¿Qué conocimientos se puede razonablemente esperar que demuestren los estudiantes de 15 años de edad?
- ¿Qué actitudes se puede razonablemente esperar que demuestren los estudiantes de 15 años de edad?

Por otro lado, en el informe de presentación de los resultados de los estudiantes peruanos en la versión de PISA de 2009, la Unidad de Medición de la Calidad Educativa del Ministerio de Educación incluyó la descripción de los seis niveles de

³³ OECD, Programme for International Student Assessment (2009). PISA 2009 Assessment Framework. Key competencies in reading, mathematics and science.

³⁴ Traducción del autor.

desempeño en ciencias considerados para esa evaluación.³⁵ En el cuadro siguiente se muestra esa descripción de los seis niveles y se registra el porcentaje de estudiantes peruanos de 15 años evaluados cuyo desempeño en la prueba se ubicó en cada uno de los niveles.

PISA 2009 Descripción de los Niveles de Desempeño en Ciencias

Nivel de desempeño	Puntaje mínimo	% de estudiantes peruanos en este nivel	¿Qué pueden hacer los estudiantes en este nivel?
6	708	0% de estudiantes peruanos	De forma consistente, identifican, explican y aplican su conocimiento científico y su conocimiento sobre la ciencia a una variedad de situaciones complejas de la vida. Relacionan diferentes fuentes de información y explicaciones diferentes, y emplean la evidencia que provienen de esas fuentes para justificar sus decisiones. Clara y consistentemente, demuestran un pensamiento y razonamiento científico avanzado, demuestran voluntad de emplear su comprensión científica para respaldar las soluciones planteadas a situaciones desconocidas en los ámbitos científico y tecnológico. Los estudiantes en este nivel usan su conocimiento científico y desarrollan argumentos que apoyen recomendaciones y decisiones centradas en situaciones personales, sociales o globales.
5	633	0,2% de estudiantes peruanos	Identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida, aplican conceptos científicos y su conocimiento sobre la ciencia a estas situaciones, y comparan, seleccionan y evalúan la evidencia científica adecuada para responder a situaciones de la vida. Los estudiantes en este nivel usan capacidades de investigación adecuadas, relacionan los conocimientos de forma apropiada y logran visiones críticas a situaciones particulares. Pueden construir explicaciones basadas en la evidencia, y argumentos basados en su propio análisis crítico.
4	559	1,8% de estudiantes peruanos	Se enfrentan de forma eficaz con situaciones y temas sobre fenómenos explícitos en las que tengan que realizar inferencias sobre el papel de la ciencia o de la tecnología. Seleccionan e integran explicaciones de diferentes dominios de la ciencia o de la tecnología y enlazan dichas explicaciones con aspectos reales de la vida. Los estudiantes en este nivel reflexionan sobre sus acciones y comunican sus decisiones empleando su conocimiento científico y la evidencia.
3	484	8% de estudiantes peruanos	Identifican temas científicos claramente descritos en una variedad de contextos. Seleccionan hechos y conocimientos para explicar fenómenos, y aplican modelos o estrategias de investigación simples. Los estudiantes en este nivel interpretan y emplean conceptos científicos de diferentes dominios y pueden aplicarlos directamente. Elaboran afirmaciones breves utilizando hechos y toman decisiones basadas en conocimiento científico.
2	409	21,7% de estudiantes peruanos	Ofrecen explicaciones posibles en contextos familiares, o extraen conclusiones basadas en investigaciones simples. Razonan directamente y hacen interpretaciones literales de los resultados de la investigación científica o de problemas tecnológicos.
1	335	33% de estudiantes peruanos	Tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo lo aplican a unas determinadas situaciones familiares. Ofrecen explicaciones científicas que son obvias y que se siguen explícitamente de una evidencia dada.

Los logros de aprendizaje de ciencias en el SERCE de UNESCO

El Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación – LLECE, es una entidad coordinada desde la Oficina Regional de Educación para América Latina y El Caribe de UNESCO (OREALC/UNESCO) que tiene entre sus objetivos “Producir información sobre logros de aprendizaje y factores asociados de los países

³⁵ Ministerio de Educación, Unidad de Medición de la Calidad Educativa. Resultados de la Evaluación PISA 2009. Lima, Diciembre de 2010. Presentación ppt.

de la región”.³⁶ En la primera década del presente siglo, el LLECE se propuso realizar el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)³⁷, con el propósito de conocer qué aprenden los estudiantes de educación Primaria (o Básica) de los países de la región en las áreas de Matemática, Lengua y Ciencias Naturales; al mismo tiempo, conocer las dimensiones propias de la escuela, del aula y del contexto que contribuyen a los aprendizajes alcanzados por los niños y niñas. Con ese propósito se eligió como población objetivo a los estudiantes de tercer y sexto de educación Primaria, aunque la prueba de ciencias se aplicó sólo en sexto de Primaria.

El objetivo general de la prueba de ciencias del SERCE fue: “Evaluar los procesos de reconocer, interpretar y aplicar conceptos y resolver problemas gracias a contenidos tales como la naturaleza, el funcionamiento del cuerpo humano, la salud, la nutrición, el Sistema Solar, la Tierra, la ecología, la constitución de la materia y las fuentes, las manifestaciones y transformaciones de la energía.” (p. 20)

La prueba de ciencias fue elaborada tomando en consideración la revisión de los currículos de los países participantes y el enfoque de habilidades para la vida de UNESCO, en el que se plantea que *“el objetivo primordial de la educación científica es formar a los alumnos –futuros ciudadanos y ciudadanas– para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos, para que sean capaces de adoptar actitudes responsables, tomar decisiones fundamentadas y resolver los problemas cotidianos desde una postura de respeto por los demás, por el entorno y por las futuras generaciones que deberán vivir en el mismo. Para ello se requieren propuestas que se orienten hacia una Ciencia para la vida y para el ciudadano”*.

En ese marco, los logros de aprendizaje en ciencias fueron organizados en función de dos grandes dimensiones: dominios y procesos. Los dominios están referidos a los núcleos de contenidos o conceptos y saberes específicos del área, en tanto que los procesos aluden al uso de los conceptos mediante procedimientos u operaciones mentales en contextos y situaciones también específicos del área.

Dominios

- Seres vivos y salud

Incluye la comprensión de la naturaleza; en especial, de las características de los seres vivos (animales y plantas): su diversidad, clasificación, identificación de grandes grupos y reconocimiento de algunos procesos vitales. También, el funcionamiento del cuerpo humano, y los hábitos que permiten preservar la salud.

- Tierra y Ambiente

Comprende el Sistema Solar y la Tierra: sus características generales estructurales, movimientos e implicancias para la vida en el planeta; la interdependencia entre los organismos, y entre estos y su medio; el flujo de energía en los ecosistemas, el uso racional de los recursos y el impacto de la acción humana en el equilibrio ecológico natural.

- Materia y Energía

³⁶ UNESCO-LLECE (2009). Segundo Estudios Regional Comparativo y Explicativo. Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Santiago, Chile.

³⁷ UNESCO-LLECE (2008). Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y El Caribe. Primer reporte de resultados del Segundo Estudio Comparativo y Explicativo (SERCE). OREALC, Santiago de Chile.

Abarca aspectos de la materia como características, comportamiento y cambios físicos y químicos simples; el concepto de energía, sus fuentes, sus manifestaciones y sus transformaciones en los fenómenos de la naturaleza; la utilización de la energía en procesos generados por el hombre.

Procesos

- Reconocimiento de conceptos
Comprende la identificación de los conceptos básicos y las reglas de uso de las Ciencias, distinguiendo los de este ámbito de aquellos que corresponden a otros campos; la identificación de conceptos y fenómenos y el reconocimiento de notaciones de uso científico.
- Interpretación de conceptos y aplicación
Abarca la interpretación y el uso adecuado de conceptos científicos en la solución de problemas sencillos, que corresponden a situaciones cotidianas donde participa una sola variable; la identificación de variables, relaciones y propiedades; la interpretación de las características de los conceptos y sus implicancias, y la identificación de conclusiones y predicciones.
- Solución de problemas
Comprende la delimitación y la representación de situaciones planteadas, la organización y el tratamiento de la información disponible, el reconocimiento de relaciones de causa-efecto y de regularidades que explican una situación; la interpretación y la reorganización de información dada; la selección de información necesaria para resolver un problema; el planteo de hipótesis y estrategias de solución, así como la identificación de su pertinencia.

En Ciencias fueron establecidos cuatro niveles de desempeño (I a IV) inclusivos y progresivos, de manera que un estudiante cuyo puntaje lo ubica en el Nivel III probablemente sea capaz de realizar no sólo las tareas de este nivel, sino también las correspondientes a los anteriores. (p. 58) Los niveles se definieron teniendo en cuenta las edades de los estudiantes, los aportes de la investigación en Didáctica de las Ciencias y de la Psicología del Aprendizaje.

El cuadro siguiente, tomado del documento citado (p. 60), describe los niveles de desempeño que corresponden a distintos rangos de puntajes de rendimiento en la prueba de ciencias en sexto grado.

NIVELES DE DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES DE SEXTO GRADO EN CIENCIAS

NIVEL Puntaje de corte	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS DE DESEMPEÑOS ESPECÍFICOS
IV 704,75	Los estudiantes utilizan conocimientos científicos que requieren un grado de formalización y abstracción alto, transfiriéndolos a distintos tipos de situaciones. Identifican los conocimientos científicos involucrados en una situación problemática formal y referida a aspectos, dimensiones o análisis alejados del entorno próximo.	Interpretar información presentada en cuadros de mayor complejidad que en los niveles inferiores, por intervenir mayor cantidad de variables. Detectar regularidades para clasificar y caracterizar fenómenos. Designar los cambios de estado por su nombre, reconocer la reversibilidad de los procesos e identificar los cambios de estado más presentes en la vida cotidiana. Reconocer manifestaciones de distintas formas de la energía en la vida cotidiana. Movilizar conocimientos sobre la salud humana para acceder a información

		simple, de resultados de exámenes de sangre, por ejemplo. Interpretar sencillos fenómenos ópticos que permitan explicar las sombras. Usar modelos explicativos.
III 590,29	Los estudiantes explican situaciones cotidianas basadas en evidencias científicas, utilizan modelos descriptivos sencillos para interpretar fenómenos del mundo natural y plantean conclusiones a partir de la descripción de actividades experimentales.	Explicar los fenómenos del día y la noche, y orientarse según el sol. Reconocer los cambios de estado y la reversibilidad de los procesos: conservación de la masa y del volumen. Reconocer fuentes de energía y transformaciones de la energía, así como sus aplicaciones en el hogar y en la vida cotidiana. Diferenciar fenómenos físicos y químicos. Reconocer un circuito eléctrico y sus partes, así como el papel de la pila, y materiales conductores y no conductores. Reconocer variables y la incidencia de una o dos variables en una situación analizada. Analizar situaciones experimentales y proponer la pregunta a la respuesta de una situación presentada en un texto. Utilizar modelos explicativos sencillos.
II 472,06	Los estudiantes aplican contenidos científicos aprendidos en el contexto escolar; comparan, ordenan e interpretan información; reconocen relaciones de causalidad, y clasifican seres vivos de acuerdo con un criterio. Acceden y tratan información presentada en distintos formatos (tablas, cuadros, esquemas, imágenes).	Identificar criterios de clasificación de los seres vivos y al uso de taxonomías. Establecer relaciones alimenticias entre los seres vivos. Identificar una cadena trófica sencilla. Interpretar y comparar información presentada en textos, cuadros, tablas de datos y gráficos. Analizar resultados de experimentos sencillos y concluir a partir de ellos. Reconocer los estados de la materia y sus características.
I 351,31	Los estudiantes relacionan conocimientos científicos con situaciones cotidianas próximas a su entorno. Explican el mundo inmediato a partir de sus propias observaciones y experiencias, y las relacionan con el conocimiento científico en forma simple y lineal. Describen hechos concretos y simples mediante procesos cognitivos como recordar e identificar.	Utilizar conocimientos en situaciones cotidianas y domésticas. Demostrar conocimientos y actitudes tendientes a promover hábitos saludables de vida con incidencia marcada en la vida personal y social. Diferenciar plantas de animales.

Según los resultados de la prueba SERCE de ciencias, más de la mitad de los estudiantes peruanos de sexto grado evaluados se ubicaron en el Nivel I o debajo del Nivel I, en tanto que menos del 10% se ubicaron en los Niveles III o IV. El promedio de los puntajes de los estudiantes peruanos se ubicó por debajo del promedio del conjunto de los países de la región. Por otro lado, el Perú se encontró en el grupo de los países con mayor desigualdad entre niñas y niños y entre los estudiantes que asisten a escuelas rurales y los que asisten a centros educativos urbanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACARA, Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. The Australian Curriculum. <http://australiancurriculum.edu.au/>

ACARA, Resources, Subject Information Sheets. Information Sheet Science 2011. http://www.acara.edu.au/verve/resources/Information_Sheet_Science_2011.pdf

ACARA (varios):

<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/The-overarching-ideas>

<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Rationale>

<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Content-structure>

<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Science-across-foundation-to-year-12>

Achieve (2010). International Science Benchmarking Report. Taking the lead in science education: forging next generation science standards. Executive Summary. USA.

BID, Educación (2010). "Un comienzo igual". Informe Resumen del Seminario de Matemática y Ciencias Naturales. Documento tomado de www.iadb.org/edu

Department for Education and Skills Qualifications and Curriculum Authority (2004). Science. The National Curriculum for England, www.qca.org.uk/nc/ Key Stages 1 – 4. Revised 2004. London. Otros en: <http://curriculum.qcda.gov.uk/key-stages-1-and-2/subjects/science/attainmenttargets/index.aspx>

Ferrer, Guillermo (2007). Estudio comparado internacional sobre procesos de elaboración e implementación de estándares de currículum en América Latina: Informe Final. Grupo de Trabajo sobre Estándares y Evaluación, PREAL.

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2008). PISA en el Aula: Ciencias. México.

IPEBA – Programa de Estándares de Aprendizaje (2011): "ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE, ¿De qué estamos hablando? Lima, 2011.

IPEBA: http://www.ipeba.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=292&Itemid=76
Última actualización el Martes, 12 de Julio de 2011 16:12

Ministerio de Educación (2009). Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Básica y Media. Actualización 2009. Santiago de Chile.

Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación (2009). Fundamentos del ajuste curricular en el sector de Ciencias Naturales. Santiago de Chile.

Ministerio de Educación (2009). Mapas de Progreso del Aprendizaje. Sector Ciencias Naturales. Mapa de Progreso de Organismos, Ambiente y sus Interacciones. Ministerio de Educación, Santiago de Chile.

Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación (2005). "Bases curriculares de la Educación Parvularia". Santiago de Chile.

Ministerio de Educación del Perú, Unidad de Medición de la Calidad Educativa (2010). Resultados de la Evaluación PISA 2009. Lima, Diciembre de 2010. Presentación ppt.

Ministerio de Educación Nacional. "Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales". República de Colombia.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL of the National Academies. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Committee on a Conceptual Framework for New K-12

Science Education Standards (2011). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington D.C., 2011.

OECD, Programme for International Student Assessment (2009). PISA 2009 Assessment Framework. Key competencies in reading, mathematics and science.

UNESCO-LLECE (2009). Segundo Estudios Regional Comparativo y Explicativo. Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Santiago, Chile.

Valverde, Gilbert y Emma Näslund-Hadley (2010). “La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe”. Banco Interamericano de Desarrollo, División de Educación. Notas Técnicas # IDB-TN-211, Noviembre 2010. (<http://www.iadb.org>)